Physik,

allgemein faßlich dargestellt

von

Dr. Heinrich Ficinus,
Professor zu Dresden.

Zweites Bändchen.

Mit einer Kupfertafel oder 21 Abbildungen.

Neue Ausgabe.

Quedlinburg und Leipzig, 1841.
Ernst'sche Buchhandlung.

Wärme, calor.

313. Durch Wärme bezeichnet man

1) die Empfindung (oder das Gefühl) welche wir warm nennen; sie bezieht sich auf das Verhältniß der Temperatur des fühlenden zu der des angefühlten, ist daher sehr relativ.

2) Den Zustand der Körper, den wir als Temperatur früher (siehe Ausdehnung) kennen lernten, und ihre verschiedenen Grade, wie Kälte, Lauheit, Wärme, Hitze.

3) Die Ursache dieser Temperaturen und jener Empfindung. Denkt man sich selbige als eine körperliche, so heißt sie **Wärmestoff**, caloricum, außerdem **Wärmeprincip**, **Wärmekraft**, thermogenium, oder **Expansivkraft**, **Repulsivkraft**, nämlich Ursache der Ausdehnung und Aenderung der Aggregation. **Werkzeuge**, diese Ausdehnungen zu messen, sind **Thermometer**, wovon unter Ausdehnung das nöthige angegeben ist.

314. Wärme erregt entweder

1) vorübergehende Ausdehnung an den Körpern, oder 2) wirkt sie der Cohärenz dauernder entgegen und ändert die Form derselben. Erstere läßt sich durch das Gefühl erkennen und macht Temperaturunterschiede, sie heißt freie Wärme. Im andern Falle wirkt sie nur auf die Form (Aggregation), bestimmt diese und heißt gebundene, latente Wärme. Weil aber jedem Körper eine Form zukommt, so muß ein jeder latente Wärme besitzen, jeder eine verschiedene Menge. Die, welche die Luftform bestimmt, heißt fluidum deferens. Diese Menge zu messen besitzen wir kein Mittel; es stehen uns nur Vergleichungen zwischen den Körpern zu Gebote, wodurch ausgemittelt wird, wie viel der eine davon mehr als der zweite, dritte ꝛc. enthalte, d. i. wie viel ihm freie Wärme zugeführt werden muß, damit seine Temperatur um eine bestimmte Höhe wachse.

315. Der Erfahrung gemäß gleichen zwei sich berührende Körper ihre verschiedenen Temperaturen aus und werden dadurch gleich warm. Sind die Körper ungleichartig, so kann, wie Black zuerst bemerkte, dieselbe gleiche Temperatur nur durch ungleiche Wärmemengen hervorgebracht werden, es ist demnach von der Temperaturerhöhung kein Schluß auf die sie erregende Wärmemenge erlaubt.

316. Nach frühern §. 54. ist bekannt, daß diejenige Wärmemenge, welche ein Pfund Eis von 0° bedarf, um tropfbar zu werden, ein Pfund tropfbares Wasser von 0° auf 75° C erhitzt.

Diese Menge von Wärme = a kann als Maaß gelten, um aus der Zahl der Temperaturgrade, welche eine zweite Wärmemenge erregt, auf den bereits früher vorhandenen Gehalt an Wärme einen Schluß zu machen.

317. Sind die Körper gleichartig und die Temperatur des wärmern T, seine Masse M; die der kältern t und seine Masse m, so ist die Temperatur nach der Mengung oder $x = \frac{TM + tm}{M + m}$. Es versteht sich, daß, wenn M = m ist, jede der beiden Größen für 1 zu nehmen ist. Es wird 1 Pfd. Wasser von 20° mit 1 Pfd. von 70° gemengt, nachher die Temperatur 45° zeigen, kleine Verluste abgerechnet, welche die kältere Atmosphäre oder das Gefäß veranlassen.

Specifische Wärme, Capacität.

318. Es wird diejenige Wärmemenge die comparative oder specifische Wärme genannt, die ein Körper bedarf, um dieselbe Temperatur mit einem zweiten von gleicher Masse zu erhalten. Oder die seine Temperatur um 1° C erhöht, wenn M = 1 gesetzt ist. Die Eigenschaft, verschiedene specifische Wärmen dazu zu erfordern, heißt Capacität für die Wärme. Man schreibt dem eine größere Capacität zu, welcher, um zu derselben Temperatur zu gelangen, einer stärkern Mittheilung von freier Wärme bedarf; oder von zweien an Masse gleichen kommt dem die größere zu, welcher bei gleicher Erhitzung

oder Erkältung seine Temperatur am geringsten verändert. Sie lassen sich mit Zahlen ausdrücken, wobei die des reinen Wassers als Einheit $= 1$ angenommen ist, und $= \frac{a}{75}$ seyn würde. (Hierbei wird ohne großen Fehler specifische Wärme und Capacität für einerlei genommen.)

319. Nach Dulong und Petit stehen die Capacitäten der Metalle mit ihren Mischungsgewichten im beständigen Verhältnisse. Es giebt nämlich das Product aus diesen in die Capacität stets die Zahl 0,37524 nahe. Sie nehmen zugleich zu mit ihren Temperaturen. — Haykraft berechnet, daß die Capacitäten trockner Lüfte im verkehrten Verhältnisse mit ihrer Dichte stehen, deßhalb alle unter demselben Drucke und Dichte dieselbe Capacität besitzen. Damit stimmt die Erfahrung überein, daß alle sich im Verhältnisse ihrer Temperaturen gleich ausdehnen. — Avogadro findet ähnliche Verhältnisse zwischen Capacität und dem Vermögen Licht zu brechen. Die Größe der Capacität steht im Verhältnisse mit der Ausdehnung, denn die Flüßigen haben sie stärker, ferner mit der Erkaltungsgeschwindigkeit, denn die Erhitzung geschieht langsamer bei größerer Capacität.

320. Black erforschte die specifische Wärme durch den Unterschied der Temperaturen zweier nicht chemisch auf einander wirkender Körper vor und nach ihrer Mengung, z. E. 1 Pfd. Eisenfeile von 36° R. mit 1 Pfd. Wasser von 0°

zeigten nach der Mengung 4^0. Die Wärme, welche das Eisen um 32^0 erhöht, erwärmt das Wasser um 4^0. Oder es bedarf dieses zur Erlangung derselben Temperatur acht Male so viele Wärme. Ist die specifische Wärme des Wassers $S = 1,0$, so ist die des Eisens $S = 0,125$, denn bei gleichen Massen $m = M$ verhalten sie sich verkehrt wie die Unterschiede der durch gleichstarke zugeführte Wärme erzeugten Temperaturen. Bei ungleichen Massen ist dieß Verhältniß noch zusammengesetzt aus dem verkehrten der Massen. Oder es habe der wärmere die Masse M, die specifische Wärme W, die Temperatur T. Der kältere m, w, t. Die Temperatur nach der Mengung sey τ; so hat jener verloren $MW\,(T - \tau)$, dieser gewonnen $mw\,(\tau - t)$, daher ist

$$MW\,(T-\tau) = mw\,(\tau - t = \frac{W}{w} = \frac{m\,(\tau - t)}{M\,(T-\tau)}$$

$$w \text{ ist } = 1, \text{ sonach } W = \frac{m\,(\tau - t)}{M\,(T-\tau)}.$$

321. Lavoisier und Laplace gehen von der Erfahrung aus, daß durch 1 Pfd. Wasser von 75^0 C = A ein Pfd. Eis von 0^0 geschmolzen wird, ein zweiter Körper von 75^0 = B aber 2 Pfd. Eis schmelzen könne, ein dritter C etwa $1\frac{1}{2}$ Pfd. Sie schließen hieraus, daß die Eismassen E, e, welche zwei Körper von verschiedenen MWT und mwt schmelzen, sich wie diese verhalten: $E : e = MWT : mwt$. Sind MT und mt gleich: $E : e = W : w$, so stehen E, e in dem Verhältnisse der specifischen Wärmen. Jeder B oder

C schmilzt um so mehr e, je größer seine m, je höher t, je stärker w ist. Ist e = 1 ℔ Eis, m = 1 ℔, w = 1, so gilt nach obigen t für 75° und es ist

$$E : 1 = MWT : 75^{\circ}.$$

$$w = \frac{75\,E}{MT}.$$

Wenn nämlich 4 ℔ von B nur 2 ℔ E schmelzen und w des Wassers 1 ist, so gilt A : B = 1, 0,5. Hätte B dabei nicht 75°, sondern 15°, so würde er bei 75° fünf Mal mehr oder $\frac{75}{0,5}$ = 2,5 ℔ geschmolzen haben, und es verhielte sich die w des Wassers zu der W des B = 1 : 2,5.

322. Jene Gelehrten wendeten dazu ihren Eisapparat oder Calorimeter an. Er besteht Fig. 87. aus einem Drathkorbe zur Aufnahme des Körpers B von der Temperatur T. Er ist überall umgeben von einem Blechgefäße, welches mit zerstoßenem Eise von 0° angefüllt wird, und um das noch ein zweites ähnliches herumläuft, welches ebenfalls mit Eis gefüllt, das innere gegen äußere Wärme schützt. Beide entleeren durch verschiedene Hähne das geschmolzene Eis. Der zu prüfende B wird in den Drathkorb gebracht und mit Eispulver umschüttet. Man beobachtet, wie viel er binnen der Zeit seines Erkaltens bis auf 0° an Eis schmilzt. Seine w ist im geraden Verhältnisse mit den geschmolzenen Pfunden Eis = N; im verkehrtem mit dem Product aus seiner

$M \times T = W = \frac{N}{MT}$. Denn MTW ist gleich der Wärmemenge, welche die Masse M von 0^0 auf T zu erhöhen vermag und ebenfalls gleich den Eispfunden N, die davon während des Erhaltens von T bis 0^0 geschmolzen werden.

323. Dulong und Petit suchten die Capacitäten fester Körper zu finden aus der Zeit ihres Erkaltens im luftleeren Raume. Bei diesem Verfahren ist zu berücksichtigen, daß ihr Erkalten nur durch Strahlung vor sich geht, bei derselben Oberfläche dasselbe seyn muß und vom innern Massenleitungsvermögen unabhängig ist.

323 b. Ist B flüßig, so wird er in das Calorimeter in einer Büchse eingesetzt, deren $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{T}$, $\mathfrak{W}$ vorher bestimmt sind. Hier ist die durch Büchse und B geschmolzene Eismenge $= \mathfrak{N} = MWT + \mathfrak{M}\mathfrak{T}\mathfrak{W}$ oder $W = \mathfrak{N} - \frac{\mathfrak{M}\mathfrak{T}\mathfrak{W}}{MT}$.

324. Die W luftförmiger Körper läßt sich nur nach Blacks Methode durch Mengung finden. Hierbei müssen sie nach Berard, Laroche, Haykraft gut ausgetrocknet seyn und unter einerlei Drucke und gleichmäßigem Strome dem Wasser so beigemengt werden, daß sie selbiges nicht unmittelbar berühren.

325. Zufolge dieser Versuche beträgt die specifische Wärme

		nach Lavoisier u. Laplace:	nach andern:
vom	Wasser : : :	1,00000	1,00000
:	Salpetersäure bei 1,2989 sp. G.	0,66139	—
:	Schwefelsäure bei 1,87 sp. G. :	0,33460	—
:	gebrannt. Kalk :	0,21689	—
:	Baumöl : : :	0,30961	—
:	Leinöl : : : :	—	0,570 Mayer
:	Schwefel : : :	0,20850	—
:	Blei : : : :	0,02819	0,0286 Despretz.
:	Mennige : : :	0,26227	—
:	Eisenblech : :	0,11057	—
:	Schmiedeeisen :	—	0,10000 ebend.
:	Gußeisen : :	—	0,11360 ebend.
:	Stahl : : :	—	0,10210 ebend.
:	Quecksilber : :	0,02900	0,0330 Petit
:	roth. Quecksilberoxyd	0,05011	—
:	Zinn : : : :	0,04754	0,0486 D.
:	Zink : : : :	—	0,0846 D.
:	Messing : : :	0,112 Wilke	0,0800 D.
			n. Laroche u. Berard:
:	gemeiner Luft :	—	0,2669
:	Wasserstoffluft :	—	3,2936
:	Kohlenstoffsaurer L.	—	0,2210
:	Sauerstoffluft :	—	0,2361
:	Stickstoffluft : :	—	0,2754
:	oxydirte Stickluft	—	0,2369
:	ölbildende Lufft :	—	0,4207
:	Kohlenstoffoxydluft	—	0,2884
:	Wasserdampf :	—	0,8470

Nach Petit und Dulong wachsen die Capacitäten mit der Ausdehnung (Erwärmung).

Es beträgt die Capacität	v. 0° - 100°	v. 0° - 300°
vom Quecksilber : : :	0,0330	0,0350
: Eisen : : : : :	0,1980	0,1218
: Zink : : : : :	0,0927	0,1015
: Antimon : : : :	0,0507	0,0549
: Silber : : : : :	0,0559	0,0611
: Kupfer : : : :	0,0949	0,1013
: Platin : : : :	0,0335	0,0355
: Glase : : : : :	0,1770	0,1900

326. Fragt es sich, wie viele Wärme während der Formänderung der Körper gebunden oder frei wird, so läßt sich das Resultat auf ähnliche Weise finden. Man nehme eine Menge Eis = m von 0°, menge sie mit einer Menge Wasser M von T und merke die Temperatur der Flüssigkeit nach dem Schmelzen = τ. Die zum Schmelzen des Eises m verbrauchte und von demselben gebundene Wärme x ist = mx, die dem durch das Schmelzen entstandenem Wasser anhaftende freie Wärte ist $m\tau$; M (T — τ) hingegen ist der Verlust des Wassers M überhaupt, sonach

$$mx + m\tau = M\,(T - \tau)$$

$$x = \frac{M\,(T - \tau) - mt}{m}.$$

327. Die Wärme zu bestimmen, welche eine Flüssigkeit als fluidum deferens bindet, um sich in Dämpfe umzubilden, messe man die Menge M und Temperatur des Dampfes T, treibe ihn durch ein Schlangenrohr, was außen mit einer

Menge Wasser m von der Temperatur t umgeben ist, damit er während der Gerinnung zu Tropfen seine latente Wärme dem m als freie meßbare Wärme τ mittheile. Ist hierbei x die latente Wärme einer Dampfmenge = 1, so ist

$$M(T - \tau) + mx = m(\tau - t)$$

$$x = \frac{m(\tau - t) - M(T - \tau)}{m}.$$

328. Jede Verdünnung oder Verdichtung der Körper, sie entstehe durch Einfluß der Wärme (Repulsivkraft) oder durch chemische oder mechanische Ursachen, ist demnach mit einer Capacitätsänderung nothwendig verbunden. Es vermindert sich die Capacität durch Verdichtung, daher durch Hämmern verdichtete Metalle, oder die im pneumatischen Feuerzeuge zusammengedrückte Luft einen Theil ihres Wärmegehalts entlassen und ihn auf Temperaturerhöhung verwenden, d. i. sich erhitzen; letztere so stark, daß sie Zunderschwamm entzündet. Nach Colladon und Sturm erhitzt sich schnell zusammengedrückter Aether um 4° — 5° C. Zerfallenes Glaubersalz, gebrannter Kalk u. a., wenn sie aufgesprengtes Wasser einsaugen und zu Krystalleneis verdichten, zeigen ähnliche Erhitzungen; desgleichen Vitriolöl, wenn es mit Wasser vermischt wird, indem es diesem eine größere Dichtheit gibt.

329. Durch Verdünnung wird die Capacität des Verdünnten vermehrt, er verändert jetzt seine Temperaturwärme in specifische, um die frühere Temperatur wieder herzustellen, d. i. er erkaltet.

Nach Gay Lussac kann verdichtete Luft, wenn sie im Augenblicke der Ausdehnung auf das Wasser in einer vorgehaltenen Glaskugel strömt, dieses zu Eis erkalten. Aus gleicher Ursache behalten chemische Gemische, die sich verdünnen, nicht die summarische Capacität ihrer Theile, sie erkalten, und oft noch weit unter der Temperatur, welche sich aus der Verdünnung allein ergeben würde. Hieher gehören die Tafel IX verzeichneten Frostmischungen. Andere hieher gehörige Erfahrungen später.

Leitung der Wärme.

330. Während der Erwärmung (Ausdehnung) eines kältern durch einen wärmern d. i. eine Wärmequelle, nimmt die Temperatur von dieser in dem Maaße ab, als die von jenem sich vermehrt. Allein der kältere erwärmt sich zuerst nur an der Stelle, wo ihn die Wärmequelle berührt, und von hier aus läßt sich deutlich eine successive Verbreitung in die angrenzenden kältern wahrnehmen. Sie wird Leitung oder Fortpflanzung der freien Wärme genannt, und das Vermögen der Körper, selbige mit einer gewissen Geschwindigkeit zu veranstalten, ihre Leitungsfähigkeit.

Ein Körper ist um so besserer Leiter für die Wärme, je größer diese Geschwindigkeit ist, gegentheils ein desto schlechterer oder Nichtleiter.

331. Zu den bessern Leitern gehören die Metalle, weniger leiten Steine, Flüssigkeiten, Erden, noch schlechter Asche, Kohle, Holz, Leder,

Wolle, Haare, Seide, Leinwand, Stroh, Luft. Die bessern entziehen den wärmern Wärmequellen, die sie berühren, in derselben Zeit eine größere Menge Wärme, als die schlechtern. Daher fühlen sich jene bei derselben Temperatur stets kälter an, als diese. Sind sie erhitzt, so theilen sie den kältern in demselben Maaße ihre Wärme mit. Erhitzte Leiter brennen und verletzen, während schlechtere es nicht thun. Banks, Fordyce, Blagden konnten in einer bis 240° F. erhitzten Luft einige Minuten ausdauern, während Wasser von 150°, Metall von 120° schon unerträglich scheint. Es ist möglich, Luft, in welcher Quecksilber friert, noch ohne Schaden zu athmen, aber Metall von dieser Temperatur zerstört die Haut.

332. Die Anwendung der Körper zum Wärmen, oder zum Schutz gegen Kälte gründet sich auf ihre Leitungsfähigkeit. Schlechte Leiter dienen den Thieren zur Bedeckung, damit die innere Wärme ihres Körpers sich nicht so schnell an die kalte Atmosphäre absetze. Menschen bedecken sich mit eben solchen Dingen, mit Leder, Pelz, Wolle. Unter hölzernen Häusern und Strohdächern ist es im Winter wärmer, im Sommer kühler, als in steinernen. Eisgruben baut man von Holz. Oefen müssen von guten Wärmeleitern erbaut seyn, damit sie ihre Wärme schnell absetzen. Metallnen Gefäßen giebt man hölzerne Handgriffe, Steigbügel umwickelt man zur Winterszeit mit Stroh. Die bekannte Erscheinung, daß Wasser, was in einem Topfe über Feuer ruhig siedet, sobald es davon weg auf einen schlech-

ten Leiter (Holz) gestellt wird, sogleich für einige Zeit in heftiges Sieden kommt, läßt sich aus der geringen Leitung des Holzes, zugleich aus der aufgehobenen Strahlung des Topfbodens erklären.

333. Die Leitung wird abgeändert durch den Aggregatzustand der Leiter, denn die Leitung in den Festen unterscheidet sich allerdings von der in den Tropfbaren und Luftarten. Man bemerkt sogar, daß, noch ehe es in letztern zur eigenthümlichen Leitung (Erwärmung) kommt, die Wärme sich mit einer nicht zu messenden Geschwindigkeit durch sie auf entferntere feste Leiter fortpflanzt und nennt diesen Vorgang, den Scheele zuerst beobachtete, die Strahlung der Wärme. Die Leitung tritt erst ein, nachdem die Strahlung einige Zeit dauerte.

334. In festen Dingen, z. E. Metallen, wird der durch die Wärmequelle zunächst erwärmte Theil ausgedehnt und erwärmt; er gibt seine Wärme und Ausdehnung an den nächsten ab und erhält dafür wieder neuen Zuwachs. Diese abwechselnde Erkaltung und Erwärmung geht Schrittweise fort und durch sie erwärmen sich die entfernteren Theile, die es alle gleichmäßig werden wollen. Diese Leitungsfähigkeit ist nämlich die Geschwindigkeit, womit ein Theil seine Wärme an den nächsten abgibt, daher einerlei mit Erkaltungsgeschwindigkeit und nach Newton dem Unterschiede der gegenseitigen Temperaturen proportionirt.

335. Metalle, obschon die bessern Leiter, zeigen sich noch verschieden in ihrer Leitungsfähig-

keit. Franklin und Inghenhouß überzeugten sich davon, indem sie gleichdicke und lange Metallstäbe, wie Kammzähne in Holz befestigten, mit Wachs überzogen und mit den Spitzen senkrecht in heißes Oel tauchten. Sie nahmen dasjenige für den bessern Leiter, an welchem in derselben Zeit das Wachs höher wegschmolz, und setzen vom bessern Leiter an gerechnet folgende Reihe: Silber, Kupfer, Gold, Zinn, Eisen, Stahl, Blei. — Despretz gab den Metallprismen gleichweit abstehende Vertiefungen, füllte sie mit Oel und tauchte Thermometer hinein, Fig. 88., erwärmte ihr eines Ende so, daß das ihm nächste Thermometer bei allen Metallen gleich hoch stand und beobachtete den Stand der folgenden, worauf er folgende Reihe gründet: Gold, Silber, Kupfer, Platina, Eisen, Stahl, Zinn, Zink, Blei. *Annales de chimie* 1823 *tom.* 19.

336. Die Leitung wird bei Flüssigkeiten deshalb abgeändert, weil sie doppelt vor sich geht. Jene der festen findet zwar Statt, aber nur dann ungestört, wenn die Flüssigkeit von obenher erwärmt wird. Erwärmung von unten bringt in der untersten Schicht Ausdehnung und zugleich größere specifische Leichtigkeit, sie muß steigen und sich dafür eine kältere niedersenken. Hieraus entstehen Wärmeströmungen, welche die warmen Schichten stets nach oben treiben. Rumford lehrte sie durch in die Flüssigkeit gegebenes Bernsteinpulver sichtbar machen. Noch auffallender ist das Aufsteigen erwärmter Luftschichten, vorzüglich in geheizten Zimmern, deren Fußboden stets der käl-

tere Theil bleibt. Dieser Vorgang endlich wird Ursach zu Ströhmungen im Meere? und der Atmosphäre.

Wärme-Strahlung.

337. Bei der Strahlung wirkt die Wärme der Wärmequelle durch die umgebende Luft sogleich nach den entfernten festen Körpern hin, ohne Anfangs die Luft selbst zu erwärmen. Man erkennt das mittelst eines empfindlichen Differenzialthermometers, dessen eine Kugel in einige Entfernung von einem erhitzten Körper (Gefäß mit siedendem Wasser) gestellt wird, dessen zweite durch einen Schirm verdeckt ist. Die unbedeckte Kugel giebt sich bald als die erwärmte zu erkennen. (Statt des Schirmes empfiehlt Leslie die zweite Kugel mit Metall zu überziehen. Ein solches Werkzeug nennt er Pyroskop.) Hierbei ist der Erfolg gleich, es mag die Wärmequelle neben, unter oder über der Kugel sich befinden, so daß selbiger keinesweges von der Erwärmung der Luft abzuleiten ist. Man vergleiche hiermit (Optik, pag. 30.) die Erfahrung, daß Licht die in der Luft befindlichen Körper ohne die Luft selbst erleuchtet.

378. Jener Schirm zeigt sich als ein Hinderniß der Wärmestrahlung. Vertauscht man ihn mit einem Hohlspiegel, in dessen Brennpunkte ein Thermometer steht, so zeigt sich sogar eine Zurückspiegelung der Wärme, der des Lichtes gleich. (Siehe Optik pag. 65.) Am leichtesten gelingt der Versuch nach Pictet mit zwei parallel gegeneinander gestellten Hohlspiegeln. (Fig. 89. a. a'.)

In den Brennpunkt des einen wird ein erhitzter Körper, etwa eine Metallkugel b, gebracht, in den des zweiten das Pyroskop. Man kann sich leicht überzeugen, daß dieses nur im Brennpunkte erwärmt wird, und bei abgeänderter Stellung der Spiegel unwirksam bleibt. Der Versuch gelingt ebenfalls mit kalten Dingen, z. E. einer Eiskugel. Man denke umgekehrt sich dann das Thermometer als Wärmequelle.

339. Hierbei ist zu bemerken, daß nur ein solcher Schirm das Thermoskop schützt, der vor dessen Kugel so steht, daß er mit der Wärmequelle und der Kugel in eine gerade Linie fällt. Man schließt daraus, daß die Strahlung der Wärme geradlinig vor sich geht. Durchsichtige feste, wie Glas, halten wohl Anfangs die Strahlung ab, aber später (sobald sie sich selbst erwärmen) nicht mehr vollständig. Es könnte auch wohl einige Strahlung durch sie hindurch Statt finden.

340. Diese Gleichheit des Verhaltens der strahlenden Wärme mit dem Lichte hat Herrschel zu der Untersuchung veranlaßt, ob Wärme eben so der Brechung unterworfen sey. Obschon dieser Gelehrte sie beobachtet haben will, so sind die Schwierigkeiten seiner Versuche so groß, daß weitere Erfahrungen nöthig werden.

341. Jede Wärmequelle kann sonach von ihrer Wärme verlieren, entweder durch unmittelbare Mittheilung an andere sie berührende, oder zugleich durch Strahlung. Es leuchtet ein, daß der erstere Vorgang im luftleeren Raume nicht mög-

lich ist und jeder Körper seine Wärme darin nur durch Strahlung verliert. Gay Lussac, Rumford und Leslie bestätigten das durch Versuche. Ersterer, indem er in die Torricellische Leere ein kleines Thermometer einbrachte, und ihren Raum bald verminderte, bald vergrößerte. Dabei hielt das Thermometer stets gleichen Stand. Letzterer hing erwärmte Dinge im luftleeren Raume auf und beobachtete, daß die mit glänzenden Flächen um die Hälfte langsamer, die mit rauher oder geschwärzter um den dritten Theil langsamer erkalteten, als in der Luft, so daß diese ihnen die andere Hälfte oder zwei Drittheile durch Mittheilung entzieht.

342. Jeder wärmere gibt mehr Wärme binnen derselben Zeit aus, als der minder warme. Diese Wärme wirkt (wie das Licht, Optik pag. 29.) am stärksten senkrecht aus der Fläche, bei jeder Neigung geringer. Man beobachte die Wirkung der Fläche unter verschiedener Neigung auf ein Thermometer mittelst eines Hohlspiegels, in dessen Brennpunkt es steht; sie findet sich proportionirt dem Sinus des Winkels, welchen die angenommenen Wärmestrahlen mit der sie aussendenden Fläche machen. Hierbei gibt sich die Wirkung abhängig von der Beschaffenheit dieser Fläche kund. Ist diese glänzend, so wirkt sie geringer in die Ferne, etwas mehr, wenn sie mit Glas belegt ist, noch mehr die matte, am stärksten die geschwärzte. Man kann nach Leslie den Versuch mittelst jener zwei Hohlspiegel anstellen. (Fig. 89.) In den Brennpunkt des einen wird

ein zinnerner mit heißem Wasser gefüllter Würfel gestellt, dessen eine Seite glänzend, die zweite mit Glas belegt, die dritte matt gerieben, die vierte angerußt ist. Das Thermometer zeigt während der Zukehrung der glänzenden Fläche gegen a die geringste Veränderung, die stärkste während der berußten. — Demnach ist festzusetzen, daß die Größe der ausstrahlenden Wärme abhängt 1) von der Temperatur, 2) von der Neigung, und 3) von der Beschaffenheit der Fläche. Man kann die Strahlung Flächenleitung nennen und sie von der innern oder Massenleitung unterscheiden.

343. Die am wenigsten strahlenden Flächen, nämlich die glänzenden, werfen die auf sie kommende Wärme am stärksten zurück, die stark strahlenden geschwärzten am wenigsten. Was der Körper durch Strahlung verliert, wird ihm durch leichter mögliche Aufnahme ersetzt. Erstere erwärmen sich langsamer als letztere. Ein Thermometer, dessen Kugel übergoldet ist, wird durch eine nahe Wärmequelle wenig verändert, stärker das mit unbedeckter Kugel, am stärksten das mit geschwärzter. Es kann aber keine Fläche alle auf sie fallende Wärme ganz aufnehmen, keine sie ganz zurückwerfen. Vielmehr wird jede, dem Lichte gleich, theilweis reflectirt, theilweise eingesogen. (Optik pag. 32) Leslie machte deshalb noch folgenden Versuch: eine zur Hälfte einerseits mit Stanniol belegte Glastafel wird mit der belegten Seite vor ein Feuer als Schirm gestellt. Hinter derselben fühlt man durch die unbelegt

Hälfte bald Wärme dringen, wenig oder keine hinter der mit Metall bedeckten. Jetzt wird der Schirm mit der bisher abgewendeten Seite dem Feuer zugekehrt und der Erfolg ist der entgegengesetzte. Hierin liegt der Grund des Metallüberzuges über die zweite Kugel von Leslies Pyroskop. Es läßt sich einsehen, daß die Neger mittelst ihrer schwarzen unebenen Haut sich leichter abkühlen können; daß schwarze Oefen besser heizen; daß glänzende Ofenschirme besser schirmen, daß endlich schlechte Leiter und poröse Körper wegen ihrer vielen Luftzellen die Wärme der eingeschlossenen Dinge besser zusammenhalten, weil sie die ausstrahlende Wärme durch jede neue Zellenwand theilen und zurückwerfen; so wie ein Körper am langsamsten erkaltet, sobald er von einer Menge concentrischer Cylinder umgeben wird.

344. Wenn jeder in der Luft befindliche Körper stets Wärme durch Ausstrahlung aussendet, so muß er durch andere in gewisser Entfernung von ihm sich findende, ebenfalls strahlende, stets Wärme empfangen, (wovon ein Theil aufgenommen, ein anderer zurückgeworfen wird) und dadurch seine Wärme vermehren. Nach Prevost besteht deshalb in und auf der Fläche eines jeden Körpers ein beständiger Wärmewechsel oder ein bewegliches Gleichgewicht der Wärme. Behält der Körper seine Temperatur bei, so ist Aufnahme und Ausstrahlung sich gleich; beim Erkalten oder Erwärmen aber ungleich.

345. Es ist leicht einzusehen, daß der Mangel nachbarlicher strahlender Körper das Erkalten

des einzeln in der Luft befindlichen sehr befördern müsse; aus welcher Ursache die Erdfläche, noch mehr ein im Brennpunkte eines nach dem Himmel gerichteten Hohlspiegels aufgehangener Gegenstand während heller Nächte viel durch Ausstrahlung erkalten muß. Bedeckter Himmel strahlt dagegen durch seine Wolken der Erde wieder zu und erwärmt sie. Aus der Wärmestrahlung erklärt sich nach Ruland die Entzündung des Phosphors in verdünnter Luft, wenn derselbe mit Baumwolle, die mit Harz bepudert ist, umgeben wird; das Schmelzen des Schnee's auf Kohlenlagern, selbst ohne Sonne, um Baumstämme, Pflanzen, Bretter; das Strahlen der von der Sonne erwärmten Inseln erzeugt Landwinde u. s. w.

Erkaltung.

346. Newton, später Richmann, neuerdings Leslie nehmen an, daß die Geschwindigkeiten des Erkaltens der Körper in der Luft in einer gleichbleibenden geometrischen Reihe fortschreitet, wenn die Differenz der Temperatur der wärmern gegen die Umgebung eine arithmetische darstellt. Allein dies ist nur richtig im absolut leeren Raume und beim vollständigen Mangel aller Wärme darin, welcher Fall in der Wirklichkeit nie eintritt.

347. Nach Dulong und Petit ist vielmehr die Erkaltungsgeschwindigkeit desto größer, je höher jene Differenz ist. Das Newtonsche Gesetz findet dagegen nur beinahe Statt bei sehr geringer Differenz.

348. Im leeren Raume und seiner gleichbleibenden Temperatur nehmen die Erkaltungsgeschwindigkeiten eines Körpers ab, wie die Glieder einer geometrischen Reihe, vermindert um eine beständige Zahl, während jene Differenzen eine arithmetische bilden. Der Exponent der erstern ist bei allen Körpern = 1,0077 für jeden Grad C.

Im Luft erfüllten Raume, wo die Erkaltung durch Ausstrahlung und Mittheilung zugleich vorsichgeht, ist die Erkaltung durch letztere unabhängig von der Oberfläche der Körper. Abgesehen von der Ausstrahlung, wachsen die Wärmemengen, welche eine Luft irgend einem Körper entzieht, in einer geometrischen Reihe, wenn auch seine Temperaturen in geometrischer Reihe zunehmen. Ist der Exponent der erstern 2, so hat diese bei jeder Luft = 2,35.

349. Das Erkältungsvermögen aller Luftarten scheint allein in ihrer Elasticität begründet zu seyn, es mindert sich in geometrischer Reihe, wenn ihre Elasticitäten in eben solcher Reihe abnehmen. Ist jener Exponent 2, so ist für letztere Reihe und gemeine Luft der Exponent = 1,366, für Wasserstoffluft = 1,301; für Kohlenstoffsaure Luft = 1,431 ꝛc. Mit der Temperatur ändert sich dasselbe insofern, als sie die Elasticität abändert. Endlich erkalten nicht alle Körper gleich schnell.

350. Sie stellten ihre Versuche an in kupfernen Ballons, deren innere Seite berußt war, um jede Rückstrahlung derselben zu hindern, und die in einem Wasserbade gleichbleibende Temperatur erhielten. In diese wurde der zu erkaltende Stoff

gebracht. Seine Erkaltungsgeschwindigkeit war dieselbe bei kugeliger, würflicher oder walziger Gestalt, von 2 — 7 Centimeter Durchmesser; ebendieselbe zeigte sich fast gleich bei allen Flüssigkeiten. Das Erkalten durch Strahlung allein wurde gefunden durch Einsetzen des Körpers in den leer gepumpten Ballon. Das durch Strahlung und Mittheilung, und so das letztere zugleich für sich, durch Füllung des Ballons mit trockener Luft. Wo es nicht auf die größeste Genauigkeit ankommt, läßt sich nach Rumford der zu prüfende Körper mit einem Thermometer verbunden in einem leeren Zimmer von gleichbleibender Temperatur aufhängen und seine Abkühlung von Zeit zu Zeit beobachten.

Wärmequellen.

351. Die Entwickelung freier Wärme beruht zum größesten Theile auf den oben betrachteten Capacitätsänderungen, doch lehrt die Erfahrung noch andere eigenthümliche Vorgänge kennen. Es zeigen sich bei jeder Benetzung und Einsaugung von Flüssigkeiten in porose Dinge Erwärmungen, auf welche Pouillet zuerst aufmerksam machte. Er fand, daß Wasser, auf unorganische Körper gesprengt, während es eingesogen wurde, die Temperatur um $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}{}^{0}$ erhöhte. Alkohol, Aether, Oel thun fast dasselbe. Die Ursache dieser Erscheinung liegt muthmaßlich in der Verdichtung der eingesogenen Flüssigkeit.

352. Unbezweifelt kommt diese Eigenschaft, Flüssigkeiten einzusaugen und zu verdichten, mehrern porösen Metallen im hohen Grade zu. Ha-

ben sie gegen dieselben bereits (elektrische) chemische Anziehung, oder sind mit Körpern gemengt, die solche haben, so entstehen sogar Feuererscheinungen, wozu die Verdichtung die Veranlassung ist, während der beigemengte Stoff sie unterhält. Auf solche Weise läßt sich das Selbstzünden der Pyrophore betrachten. Sehr leicht lassen sich diese durch Glühen des citronsauern oder weinsteinsauern Bleioxyduls darstellen. Nach dem Glühen und Erkalten bestehen sie aus porösem Blei mit der Kohle der zerstörten Säure innig gemengt, ersteres zieht Sauerstoffluft an, erhitzt sich damit, und ihre beigemengte Kohle setzt das dadurch gegebene Glimmen fort. Der älteste Pyrophor wird aus Kalialaun durch Glühen mit Kohle erhalten; er besteht wahrscheinlich aus Kalium und Schwefelkohlenstoff. Döbereiners überraschende Entdeckung, nach welcher poröse Platina (Platinschwamm) durch Berührung von Wasserstoff und Sauerstoffluft in augenblickliches Glühen geräth, so daß diese Lüfte sogar dadurch sich entzünden können, läßt sich eben so ansehen, da sich beide Luftarten dabei zu Wasser verdichten. Aehnlich kann Gold, Nickel, Palladium ꝛc. wirken, nur müssen diese Metalle zuvor erwärmt seyn. Bekanntlich gründen sich auf jene Entdeckung Platinfeuerzeuge, Glühlämpchen, Eudiometer ꝛc. — Schweiggers Journal 1823. B. 9. Gilberts Annalen 1823. St. 7. Poggend. Ann. 1825. 1. St. pag. 81.

Feuer.

353. Entwickelung freier Wärme beruht größ-

tentheils auf den bereits oben angegebenen Capacitätsveränderungen. Doch lehrt die Erfahrung noch andere Eigenthümlichkeiten. — Im vorigen wurde vorausgesetzt, daß angehäufte Wärme in Feuererscheinung übergehen könne, daß sonach Feuer eine verstärkte Wärme sey, in welchem Zustande sie als Wärme und Licht zugleich auf uns wirkt. Die Gründe sind folgende: Schwach erwärmtes Metall (Eisen, Platina) zeigt nur Temperaturerhöhung, stärker erwärmt wird es rothglühend, rothleuchtend, noch heißer aber weißglühend.

354. Davon unterscheiden sich Holz, Oel, Talg, Fett und andere, die, wenn sie durch äußere Wärmequellen erhitzt werden, nicht nur Feuer fangen, sondern sich fortwährend in leuchtender Erhitzung erhalten, d. i. Feuer aus sich entwickeln oder verbrennen. Man nennt sie deßhalb Brennstoffe, brennliche Körper, Brennmateriale. Vielfältige Beobachtungen lehrten jedoch, daß diese Feuerscheinung, oder der Verbrennungsproceß, nicht durch einen Stoff allein erzeugt werde, sondern durch das Zusammenwirken von wenigstens zweien verschiedenen bedingt und eine Folge ihrer geschehenen Vereinigung sey, daß demnach jeder brennende, während des Brennens, mit einem oder mehrern andern sich chemisch verbinde. In der Regel wird ihm der zweite von Außen zugeführt, doch kommen auch Fälle vor, wo Gemenge sowohl den Brennstoff, als den zweiten in sich vereinigen, und es bedarf nur einer Erwärmung von Außen, um dasselbe auch

bei vollkommener Absperrung in Feuererscheinung zu versetzen. Jenen zweiten Stoff nennt man deßhalb den Feuererzeugenden, empyreuischen, zündenden oder Verbrenner. Sonach ist von zweien ins Brennen gerathenden Stoffen einer der Brennstoff A, der zweite der Zünder B. Allein B wird nicht bei der Vereinigung mit einem dritten C oder vierten D Zünder bleiben, sondern gegen C auch wohl als Brennstoff auftreten können. Absolut ist nur der Sauerstoff ein Zünder für alle übrige; jeder andere wird bald die Rolle des Brennstoffs, bald die des Zünders übernehmen, nach Maaßgabe der Natur dessen, mit welchem er zusammentrifft. (Gleichergestalt ist in der galvanischen Kette Zink für alle Metalle plus elektrisch; Kupfer dagegen verhält sich zum Zink minus, gegen Silber oder Gold plus.)

355. Die meisten sich uns darbietenden Verbrennungen geschehen so, daß Sauerstoff, wegen seiner stetigen Gegenwart in der Atmosphäre, die zündende Rolle dabei spielt, weßhalb die antiphlogistische Lehre auch früher wohl die einseitige Vorstellung einführte, als sey derselbe die unerläßliche Bedingung jeder Verbrennung.

356. Zur Entstehung des Brennens hat jeder eine bestimmte Temperatur nöthig. Einige Körper erhitzen sich schon so weit bei ihrem Zusammentreffen (Pyrophore mit Sauerstoff, braunes Bleioxyd mit Weinsteinsäure, nach Walker), den mehrsten muß diese Temperatur erst mitgetheilt, sie müssen angezündet werden, um fortzubrennen.

Auffallend ist das bei Davy's Glühlampe. Sie besteht in einer Weingeistlampe, deren Docht spiralförmig mit feinem Platinadrath umwickelt wird. Man läßt die Lampe so lange brennen, bis der Drath im Glühen ist, jetzt ausgelöscht glüht der Drath fort und das fortdauernde Verschwinden des Weingeistes zeigt, daß dieser das Unterhaltungsmittel des Glühens ist.

357. Der rothglühende Zustand (Glimmen, Glühen) ist zur Vereinigung vieler Gemische hinreichend, (viele bedürfen seiner nicht einmal, §. 54.) Weißglühendes Verbrennen ist das mit Flamme. Jede Flamme ist jedoch so bedingt, daß sich brennbarer Dampf oder Luft aus dem Brennstoffe entwickele; und Flamme sonach nichts anderes als weißglühender, flüchtiger Stoff. Dinge, welche nicht zu verflüchtigen sind, werden daher nie mit Flamme brennen, auch überhaupt jeder nur bei der Temperatur, in welcher er sich verflüchtigt oder Luft ist. Aether, Alkohol fangen sonach schnell Feuer, schwerer die Fettigkeiten, welche deßhalb eines leichter in Hitze zu versetzenden Dochtes bedürfen. — Gilberts Annalen 1819. 4. Stück

358. Die Leuchtkraft oder Lichtstärke einer Flamme ist sehr verschieden. Diejenige leuchtet am stärksten, die am dichtesten und undurchsichtigsten ist, wie die Flamme des doppelt gekohlten Wasserstoffes, des Phosphors. Reines Wasserstoffgas und Alkohol leuchten wegen Durchsichtigkeit ihrer Flammen weniger. In der Optik pag. 100 u. f. ist gezeigt, daß, wenn ein dunkler

Hintergrund durch ein erleuchtetes trübes Mittel beschaut wird, Blau sich zeige. Diese Bedingung tritt bei durchsichtigen Flammen ein, die in der Regel blau sind; alle durch Docht erzeugte aber in ihrem durchsichtigsten untersten Theile; höher hinauf werden sie undurchsichtig; es weicht jedoch ihr innerer kegeliger Raum in seiner Färbung von dem äußern Mantel ab, als in welchem die vollständige Verbrennung eigentlich ihren Sitz hat, während der innere Kegel noch unverbrannten Dampf zuführt. Hiernach richtet sich zugleich die Hitze, die im Mantel am stärksten entwickelt ist.

359. Wird mittelst eines Löthrohres ein Flammenkegel auf die Schmelzprobe getrieben, so schreibt man aus demselben Grunde der Spitze neben größerer Hitze eine oxydirende Wirkung, dem innern Kegel eine reducirende zu.

360. Außer der gedachten allgemeinen Färbung der Flamme, die durch ihre Dichte bedingt ist, haben die chemischen Gehalte derselben noch entschiedenen Einfluß darauf. Diese chemischen Färbungen zeigen sich besonders am Mantel. Es theilt Boronsäure dem brennenden Weingeiste eine zeisiggrüne, salzsaurer Strontian ihm eine rubinrothe Färbung mit. Von Natrumsalzen wird die Löthrohrflamme gelb.

361. Die Heitzkraft der Flamme ist um so größer, je dichter das Product der Verbrennung ausfällt, z. E. die im Knallgasgebläse vereinigte Flamme der Wasserstoff- und Sauerstoffluft, deren Product Wasser ist, und mittelst welcher Pla-

tina, Magnesia und andere sonst unschmelzbare Körper in Fluß gerathen. Von zusammengesetzten (organischen) Körpern werden durch das Brennen viele Theile verflüchtigt, als Rauch, andere feuerbeständige bleiben als Rest und heißen Asche, cinis.

362. Bei vielen Verbrennungen fällt die Hitze bedeutender aus, als die Berechnung aus der Verdichtung des Productes sie angibt. Das ist der Fall beim Verbrennen des Phosphors im luftförmigen Sauerstoffe, bei dem der Kohle in demselben, wie Berzelius in seiner Theorie der chemischen Proportionen pag. 65. darthut. Die Hitze des brennenden Schießpulvers, chlorsauren Kalis u. a., welche, während sie brennen, in Ausdehnung gerathen, läßt sich nach der bisherigen Regel gar nicht schätzen. Um diese Vorgänge zu erklären, muß man zur Elektricitätslehre seine Zuflucht nehmen. Man nimmt dann das Feuer überhaupt, so wie den ganzen Verbrennungsproceß für eine elektrische Erscheinung, hervorgebracht durch die Vereinigung der entgegengesetzten beiden Elektricitäten. Diese aber entwickeln sich während der Berührung des Brennstoffs und des Zünders vor ihrer chemischen Vereinigung, bedingen zwischen beiden Anziehung und treten während der erfolgenden Vereinigung der Stoffe ebenfalls zu fortdauernden elektrischen Funken, d. i. Feuer, zusammen. Diese Ansicht wird durch folgende Erfahrungen bestätigt: die Leiter, welche die entgegengesetzten Elektricitäten von den Polen der galvanischen Säule einander zuführen, erwärmen

sich und erhitzen sich oft bis zum Glühen. Werden an ihre Enden Holzkohlen befestigt und bleibt zwischen ihnen ein kleiner Zwischenraum, so kommen diese bei Anwendung starker Säulen schnell ins Glühen, eben so Platina. Aether, Alkohol, Schießpulver, Phosphor, Knallsilber rc. entzünden sich, Diamanten lassen sich nach Davy verbrennen.

363. Ueber die Entstehung der Wärme durch Licht, s. Optik pag. 126. Wärme entsteht ebenfalls durch Reiben. Da die Wärmegebenden Dinge nichts von ihrer Masse verlieren, so ist diese Entwickelungsart ebenfalls als ein elektrischer Vorgang anzusehen, und der Feuererscheinung ähnlich, nur aus der Reibungselekricität zu erklären.

364. Die Wärme oder Hitze (Heitzkraft) flammender Körper zu messen, lehrt Rumford mittelst seines Calorimeters. Das Werkzeug, Fig. 90., ist ein Kasten von Kupfer aa, den man mit Wasser füllt und dessen Temperatur durch ein hineingetauchtes Thermometer geprüft wird. Durch das Wasser geht ein Schlangenrohr bb, dessen untere Oeffnung c trichterförmig ist und unter welchem eine gewogene Menge Brennmaterial verflammt wird. Sein Rauch theilt dem Wasser in a Wärme mit, aus welcher sich ein Schluß auf die Heitzkraft des Brennstoffs machen läßt. — Gilberts Annalen 1813. St. 1.

365. Da Rumfords Calorimeter nur flammende Dinge mit einiger Genauigkeit zu messen erlaubt, so hat May für anderes Brennmaterial

folgenden Brennkraftmesser empfohlen. Es ist, Fig. 91., ein Gefäß aus Kupfer a mit einem communicirenden Rohre b, die beide mit Wasser gefüllt werden. Unter c ragt ein Ofen in das Wasser, dessen schlangenförmige Esse d bei e sich mündet. Der Schwimmer g öffnet oder schließt mittelst des Balkens f das Rohr bei n, um gleichen Wasserstand zu erhalten. Gehlers neues physik. Lexikon. 2. Bd. 23.

366. Jeder Umstand, der die weißglühenden Flammen abkühlt, versetzt sie ins Rothglühen, und wenn sie darin nicht fortbrennen können, so werden sie aufgehoben. Flammenfeuer brennt durch kein eisernes Gitter hindurch, da dessen Stäbe die Flamme zu viel abkühlen. Hierauf beruht Davy's Sicherheitslampe. Sie besteht in einer gewöhnlichen Lampe, die mit einem feinen Drathgitter umgeben ist. — Gilberts Annalen 1817. St. 7.

367. Das Verbrennen überhaupt und also auch das Rothglühen wird aufgehoben durch alle Mittel, welche die Zusammenwirkung des zündenden mit dem Brennstoffe unterdrücken. Absperrung der atmosphärischen Luft, Begießen mit hinlänglichem Wasser (denn wenig Wasser muß durch seine Zersetzung in Sauerstoff und Wasserstoff das Brennen verstärken, wie das Bespritzen der Kohlen in dem Schmiedeofen zeigt), Begießen mit lehmigen Wasser, mit Salzwasser, Alaunauflösung; Erzeugung von Gasarten, wie schwefeligsaures, welche keine zündende Kraft besitzen 2c.

368. Man wendet die Wärme vielfach an

1) um Körper auszudehnen;

2) um ihre Form zu ändern, sie zu schmelzen, verflüchtigen, (sublimiren, destilliren);

3) um durch Mittheilung andere zu erwärmen, zum Heitzen, Kochen ꝛc.;

4) angehäufte Wärme oder Feuer dient zum Leuchten;

5) zur Unterstützung und Ausführung chemischer Operationen. Sie begünstigt als Schmelzmittel die chemischen Verbindungen. Als Verflüchtigungsmittel dient sie, um die flüchtigern Theile eines Gemisches von den feuerbeständigern zu trennen, und bringt selbst dann oft Trennungen allein hervor, wo chemische körperliche Scheidungsmittel nicht hinreichen. Tritt sie während der Formänderung zu den Körpern als fluidum deferens, so stellt sie gleichsam ein chemisches Aequivalent dar; welches, sobald es in größerer Quantität zugeführt wird, auch für sich allein (durch seine chemische Masse?) chemisch wirksam werden kann.

368. b. Aus den Erscheinungen der Wärme haben mehrere Naturforscher gefolgert, daß ihre Ursache materiell seyn könne und sie deßhalb Wärmestoff genannt, von dem sie annehmen, daß er, während er Veränderungen in den Körpern erzeugt, sich mit ihnen verbinde oder von ihnen trenne, nachdem es seine Verwandtschaft zu ihnen bedingt. Dieß gibt die chemische Theorie oder die der Emanation der Wärme. Da jedoch nach Rumford durch Reiben ein Körper, ohne sich selbst zu ändern, immerwährend Wärme geben kann, da auch Licht und Elektricität sich in

Wärme verwandeln können, so ist diese Ansicht, obschon sehr bequem, doch sehr unhaltbar. Das Fortschreiten der Erwärmung zeigt sich dagegen bestimmt wellenförmig, d. i. durch Schwingungen. Naturgemäßer wird es daher seyn, die Wärmeerscheinungen aus Schwingungen des Wärmeprincips abzuleiten. Dieses Princip muß, wie die Untersuchung der Feuererscheinung lehrte, mit dem Elektrismus und dem Lichtprincipe einerlei seyn. Daher, obschon Resultate, die eine Berechnung erlaubten, noch mangeln, geben wir der Vibrationstheorie der Wärme den Vorzug, und sehen die Erscheinungen der Wärme von ihren Wellen, deren Länge, Geschwindigkeit und gegenseitiger Interferenz abhängig an.

Crawford, über die Wärme der Thiere. 1789.

Mayer, über die Gesetze und Modificationen des Wärmestoffes. Erlangen 1796.

Benj. Graf Rumfords kleine Schriften, politischen, ökonomischen und philosophischen Inhalts. Weimar 1805.

Prevost, colorique rayonnant. Geneve 1819.

Fourier theorie analytique de la chaleur. Paris 1822.

Memoire sur la distribution de la chaleur dans les corps solides p. Poisson. Journal de l'ecole polytechnique. 1823.

Kurzer Bericht von den Versuchen und Instrumenten, die sich auf das Verhalten der Luft

zur Wärme und Feuchtigkeit beziehen, von J. Leslie. Leipzig 1823.

Dulong und Petit, über die Gesetze der Wärme. *Annales de chimie*, 1817. *t*. 7. Schweiggers Journal, 25. Band, p. 304 u. f.

Traité de physique par Despretz. Paris 1825. *Annales de chimie* 1823. *t*. 19. *et t*. 24.

Pouillet in Gilberts Annalen 1822. St. 4.

Haykraft, in *Ann. de chimie*. 1824. *t*. 26.

Avogadro im Giornale de Fisica etc. dei Configliachi. 1823. t. 8.

Colladon und Sturm in Poggendorfs Annalen 1828. St. 1. 2.

Elektrismus.

Reibungselektricität.

Elektrischer Zustand.

369. Theophrast von Eresius wußte schon 300 Jahre vor Christo, daß Bernstein, ἤλεκτρον, durch Reibung in einen Zustand komme, leichte Dinge anzuziehen und nachmals wieder abzustoßen; obschon man ihn an mehrern Dingen hervorbringen kann, wird er doch elektrischer Zustand genannt. Die ihm zum Grunde lie-

gende Ursache heißt Elektricität, electricitas = E, Elektrismus, Blitzkraft.

370. Jener Zustand läßt sich unter andern erregen durch Reibung zweier, wenigstens in irgend einer Eigenschaft verschiedener Körper. Man reibt deßhalb Glas mit Seide oder Leder, worauf Metall vertheilt ist; Harz oder Schwefel mit Wolle oder Pelz, und nennt den weichern das Reibezeug, den zweiten Körper den Reiber oder geriebenen. Das Reiben geschieht entweder mit den Händen, oder, weil das sehr umständlich und ermüdend ist, mittelst der von Hausen 1745 angegebenen Elektrisirmaschine. An ihr läßt sich das Reiben mit weniger Kraft und mehr Erfolg an größern Körpern vornehmen. Die Maschine enthält außerdem noch einen großen, ersten Leiter, Conductor, mit metallner Oberfläche. Gewöhnlich besteht der Reiber in einer Walze, Kugel oder Scheibe von Glas und wird mittelst einer Kurbel rc. in rotirende Bewegung versetzt. Das Reibezeug liegt in metallner Einfassung, ist ein Lederkissen mit getalgten Kienmayerschen Amalgama (aus 1 Zink, 1 Zinn und 2 Quecksilber) bestrichen. Von hier reicht eine leitende Kette auf die Erde. Der Conductor wird mit dem Reibezeuge oder Reiber, dessen Zustand er zeigen soll, durch Berührung oder Annäherung verbunden. — Bohnenbergers Beschreibung einiger Elektrisirmaschinen. Stuttgard 1783 — 91.

371. Beide durch Reibung in den elektrischen Zustand gekommene oder elektrisirte Körper ziehen bewegliche Dinge an und stoßen sie ab, leuchten

im Dunkeln an Ecken und Spitzen, verbreiten Phosphorgeruch, erregen am Gesicht von Ferne die Empfindung angeworfener Spinnewebe, zeigen auch wohl Funken, die man einfache nennt, womit entzündliche, z. E. Knallsilber, Wasserstoffluft, Aether, Weingeist ꝛc. sich entzünden lassen. Darauf beruhen mehrere elektrische Spielwerke: die elektrische Spinne, der elektrische Tanz, Sandwirbel, Hagel, Glockenspiel, die elektrische Pistole.

Doppelter elektrischer Zustand.

372. In beiden Körpern ist der elektrische Zustand nicht ganz derselbe. Franklin unterschied ihn in positiven und negativen; Symmer nannte jenen plus +, diesen minus. — Dufay, der den Unterschied zuerst bemerkte, redet von Glas- und Harzelektricität. — Briefe über Elektricität von Wilke. Leipz. 1758. Rob. Symmer, Philos. trans. 51. 1. *Dufay memoires d. Paris* 1737. Ihre Unterschiede liegen in der Art ihrer Erregung. Es kommen folgende Dinge in den + Zustand, sobald sie mit einem in der Reihe später aufgeführten gerieben werden, hingegen in den — Zustand, sobald sie mit einem in der Reihe vorangehenden sich reiben: Katzenfell, polirtes Glas, Wolle, Federn, Holz, Papier, Seide, Gummilack, mattes Glas. Von zwei weißen seidnen Bändern, die sich übers Kreuz reiben, wird das in der Länge geriebene +, das andere — elektrisch ꝛc. Ausnahmen sind Schwefel und Kupfer, sie werden bald +, bald —. Schwefel, der durch Luft fällt und sich mit ihr

reibt, wird — elektrisch; Mennige +. Glas und Harz wird durch Reiben mit Metall +, mit Elfenbein —.

373. Beide ± E. unterscheiden sich durch die Lichtenbergischen Figuren. Es bringt ein plus elektrischer Körper auf einer mit Bärlapp bestäubten Harzfläche strahlige Figuren, der minus elektrische wolkige hervor. Ferner durch die Beschaffenheit der Funken, die aus den Maschinen überspringen. Sie springen weiter, wenn sie aus dem minus Reibezeuge kommen, als die aus dem plus Conductor. Sind sie sehr lang, so werden sie ästig, ihre Aeste kehren sich vom plus Conductor ab, nach dem minus Reibezeuge zu. Eine am Reibezeuge befindliche Spitze zeigt im Finstern einen leuchtenden Punkt, am Conductor ein Büschel. Die Funken aus den minus Körpern sind röther, die aus plus blässer.

374. Wird ein leicht beweglicher minus elektrischer Körper, etwa eine an dem Reibezeuge durch feinen Drath aufgehangene Korkkugel, einem eben solchen plus elektrischen genähert, so zeigen beide schon im Abstande Anziehung, nähern sich, und hängen sich an einander. Zwei gleichnamig elektrische aber stoßen sich ab. Man drückt dieß Gesetz so aus: Gleichnamige Elektricitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Beide sind als im polaren Gegensatze oder Verwandtschaft begriffen anzusehen. Nach ihrer Vereinigung ist aus beiden alle elektrische Verwandtschaft und Zustand verschwunden, sie sind zur Indifferenz zurückgekehrt. Die

Größe ihrer Verwandtschaft heißt Spannung, Intensität; messen läßt sie sich mittelst entgegengestellter Hindernisse, die während der Anziehung oder Abstoßung überwunden werden.

Elektroskop.

375. Auf die elektrische Abstoßung gründen sich die Elektroskope und Elektrometer. Erstere belehren über die Gegenwart und Natur des vorhandenen Zustandes, letztere messen die Größe seiner Intensität. Doch nennt man auch erstere Elektrometer. Dahin gehört das von Goldblatt nach Bennet: zwei Goldblättchen hängen frei von einem metallnen Stabe in ein Glas herab, dessen Boden und zwei gegenüberstehende Seiten ebenfalls Metallüberzug haben. Der Stab endigt sich über dem Glase in einen Knopf.

Das Korkkugel-Elektrometer hat statt des Goldes zwei Kugeln von Kork oder Hollundermark, die so aufgehangen sind, daß sie sich berühren. Volta's Strohhalm-Elektrometer hat eben so zwei gleichlange feine Strohhalme. Man schätzt ihr Auseinanderweichen mittelst eines angebrachten Gradbogens. Das nach Henley besteht aus einem eingetheilten Quadranten, in dessen Mitte sich der, eine Korkkugel tragende Stift so befindet, daß er sich in der Ebene des Quadranten bewegen kann. — Kommen diese Kugeln, Halme ꝛc. in einen elektrischen Zustand, so stoßen sie sich ab, ihr Auseinanderweichen gibt das Daseyn und ungefähr die Menge der Elektricitäten an. Sind sie bereits durch

+ E divergend, so wird dieselbe E es befördern, die — E es aufheben und umgekehrt. Bohnenbergers Elektrometer siehe später. Hauy's Elektroskop besteht aus einer zweiarmigen gleicharmigen Metallnadel mit kugeligen Enden, die auf einer feinen Spitze horizontal schwingt, (wie eine Magnetnadel). Wird ihr ein elektrischer Körper genähert, so gibt sie dessen Einwirkung durch Anziehung (Bewegung) zu erkennen.

376. Coulombs Wage ist wirklicher Elektricitätsmesser. Sie besteht aus einem obern engeru, Fig. 92., und einem untern weitern Glascylinder. Der Deckel des obern ist im Umfange in 360° getheilt, der dazu gehörige Zeiger steht an dem durch die Mitte des Deckels gehenden geknöpften drehbaren Stift a, welcher einen dünnen senkrechten Faden hält, der im untern Cylinder einen gleicharmigen nichtleitenden Hebel b trägt. Die Spitze des einen Armes trägt eine kleine Kugel oder Scheibe mit metallnen Ueberzuge c, nahe an ihr ist die gleichgroße metallne Kugel d an einem nach Außen gehenden Drathe e befestigt. Der Umkreis des unteren Cylinders in der Höhe des Hebels ist in 360° getheilt, bei 0 steht die Kugel d. Wird dem d und c zugleich E mitgetheilt, so stoßen sie sich ab, um wieviel, gibt der Kreis zu erkennen.

377. Coulomb fand, daß für diese Abstoßung die Stärke der Kraft im verkehrten Verhältnisse stehe mit dem Quadrate der Entfernung. Dasselbe gilt für die Anziehung, welche zu finden,

beide Kugeln d und c in ungleichnamigen Zustand gebracht werden.

Elektrische Schlagweite, Atmosphäre.

378. Jener Abstand, in welchen elektrische auf einander wirken ist nach ihrer Intensität verschieden: er heißt allgemein elektrische Wirkungssphäre, Atmosphäre; in engerer Bedeutung, als die meßbare Entfernung, in welcher zwischen beiden der einfache Funke überspringt, heißt er Schlagweite. Ihr Maaß bestimmt die Länge des Funkens. Seine Dicke hängt ab von der Gestalt des genäherten. Feine Spitzen geben Lichtfünkchen oder Büschel, z. E. Strohseile, kegelige oder kugelige Körper verdicken den Funken. Bei einer unterbrochenen Leitung erscheint in jedem Zwischenraume ein Funke, wie an der Blitzkette, Blitztafel, an den leuchtenden Namen, Sternen. Die Farbe des Funkens richtet sich nach dem Medium, was er durchdringt, sie ist bläulich in trockner Sauerstoff- und kohlensaurer Luft, röthlich in trockner Wasserstoffluft und bei dem Durchgange durch Kalkspath, grünlich in Alkoholdunste, Aetherdunste, Kohlenwasserstoffluft, smaragdgrün beim Durchgange durch calcinirten, wasserhellen Chlorophan, nach Grotthuß. Platte Flächen lassen keinen überspringen. Nichtleiter nur dann, wenn sie durch Nässe leitend werden.

Mittheilung.

379. Jeder elektrische wirkt auf andere durch

Anziehung. Kehrt dieser jenem innerhalb der Schlagweite Spitzen zu oder berührt ihn, so zeigt auch der nicht elektrische alsobald denselben elektrischen gleichnamigen Zustand. Er ist dann durch Mittheilung, Communicatio, elektrisch geworden. Viele werden dabei schnell über ihre ganze Fläche elektrisch (leiten die Elektricität), dahin gehören Metalle in folgender Ordnung: Kupfer, Gold, Silber, Messing, Eisen, Zinn, Blei; Flüssigkeiten: Säuern, Salzlösungen, Wasser, Dämpfe. Glühende Körper.

Elektrische Leiter, Nichtleiter.

380. Man nennt sie deßhalb gute elektrische Leiter, sie sind es in der Regel auch für die Wärme. Man unterscheidet die soliden, als Leiter der ersten Classe, von den flüssigen als Leiter zweiter Classe. Andere Körper kommen nur an der berührten oder geriebenen Stelle in den elektrischen Zustand, ohne ihn über ihre Fläche zu leiten; sie heißen dem Grade nach Halbleiter, schlechte Leiter, Nichtleiter, Isolatoren. Hieher Steine, Marmor, Gips, dürres Holz, Asche, Glas und glasige Körper, Schwefel, Phosphor, Firniß, Harz, Wolle, Haare, trockne Luft, Seide.

381. Die Leiter führen den Namen: symperielectrica. Durch sie, selbst wenn sie nach Watson Meilenlang sind, lassen sich die zwei entgegengesetzten EE aus Körpern in nicht zu messender Geschwindigkeit vereinigen. Nichtleiter nennt man c. idioelectrica, weil man sie der

früher gedachten Eigenschaft wegen für die ausschließend elektrischen hielt. Leiter mit Nichtleitern umgeben, d. i. isolirte, nehmen insofern die Natur derselben an, als sie ihren elektrischen Zustand dauernder zeigen. Deßhalb steht der Hauptleiter der Maschine auf einem Isolirgestelle, insula; deßhalb müssen leitende Reiber sowohl, wie Reibezeuge, überhaupt jeder elektrisirte, wenn ihr Zustand dauernd wahrgenommen werden soll, z. E. zu elektrisirende Kranke mittelst eines Isolirtrittes isolirt seyn, sie dürfen nicht unmittelbar mit den Händen oder der Erde in Berührung seyn, widrigenfalls sie alle EE verlieren und der Erde mittheilen. Blitzableiter, d. s. metallne Stangen, die in die Luft ragen, um den elektrischen Zustand derselben der Erde mitzutheilen, müssen gegentheils ohne Unterbrechung bis in die Erde eindringen. Ihre Spitzen sichert man mittelst Vergoldung oder Verplatinirung gegen Rost, der ein Nichtleiter ist.

Capacität.

382. Die Stärke des elektrischen Zustandes richtet sich nicht nach der Masse des elektrisirten, sondern blos nach der Oberfläche der Leiter, denn eine solide Kugel von Metall nimmt nicht mehr auf, als eine eben solche hohle. Dieß Vermögen heißt Capacität und wird durch die Größe der Flächen gemessen. EE haftet nur an den Flächen. Es ist ungewiß, ob sie durch den Luftdruck daran zurückgehalten wird, da nach Davy im luftverdünnten Raume sie nicht so fest an ihnen hängt.

Jedoch ist luftleerer Raum trockner Luft gleich. Die glatte Fläche hält die EE fester. Nach Coulomb zeigen Bleche das feste Anheften geringer an den Ecken und Spitzen, indem die EE dort ausströmen. Deßhalb muß jeder Leiter, der EE dauernd zeigen soll, glatt und abgerundet seyn. Durch Spitzen und Ecken verliert er stets, nimmt aber auch durch sie rasch auf. Doch zeigt sich selbst am gut isolirten und abgerundeten Leiter mit der Zeit Verlust, der vorzüglich durch das in der Luft befindliche hygrometrische Wasser begünstigt wird, oder durch sein Anhaften am Isolirgestelle.

Vertheilung.

383. Die Wirkung eines elektrischen Körpers über seine Schlagweite hinaus bestimmt den Begriff seines elektrischen Wirkungskreises. Hier findet keine Mittheilung, sondern Vertheilung, distributio, statt. Wurde ein Leiter durch Mittheilung überall in den gleichnamigen Zustand versetzt, so theilt er sich durch Wirkung der elektrischen Sphäre in zwei Zonen (kommt durch sie in Vertheilung), wovon die vom elektrisch Wirksamen abgekehrte den gleichnamigen Zustand, die zugekehrte den ungleichnamigen, die Mitte nichts zeigt. Denn ein metallner isolirter Cylinder, der an verschiedenen Stellen mit elektroskopischen Korkkugelpaaren versehen ist, zeigt mittelst selbigem in der Atmosphäre der wirksamen Maschine sogleich elektrischen Zustand durch Divergenz der Kugeln. Er ist an beiden Enden am stärksten, am gering-

sten in der Mitte. Prüfung durch Elektroskope sagt, daß die von der Maschine abgekehrte Hälfte den mit ihr gleichnamigen, die zugekehrte den ungleichnamigen Zustand angenommen habe. Diese Vertheilung ist nur so lange bemerklich, als jener Cylinder in der elektrischen Sphäre verweilt, außer ihr verschwindet alles. Durch Leiter (Berührung mit dem Finger) läßt sich die E der abgekehrten Hälfte wegnehmen, während dem die Kugeln der zugekehrten stärker aus einander weichen. Wird jetzt der Cylinder aus der Sphäre entfernt, so zeigt er überall nur eine E, nämlich die entgegengesetzte der Sphäre. Bei diesem Vorgange gibt keiner und keiner erhält etwas, die Wiederholung des Versuches ist mit demselben Erfolg stets möglich. Es ruft vielmehr der elektrisch wirksame in dem zweiten jenen doppelten Zustand nur durch seine Nähe hervor.

384. Da jeder Körper in der Sphäre eines elektrischen auf solche Weise zu doppelter elektrischer Wirksamkeit polarisirt wird und beide die mit ungleichnamigen EE behafteten Flächen sich zukehren, so beruht hierauf die Anziehung, wovon oben gesprochen wurde. Kommt sie zu Stande, so nähern sich beide bis in die Schlagweite. Hier vereinigt sich die + E der zugekehrten Zone des durch Vertheilung elektrischen mit einer hinreichenden Menge der entgegengesetzten — E des elektrisch wirksamen durch den einfachen Funken und verschwinden. Es bleibt übrig die gleichnamige der zweiten abgekehrten Zone, sie erzeugt, wie bekannt, Abstoßung, die auf jene Anziehung

folgt; und der Vorgang wiederholt sich ins Vielfältige.

Theorie.

385. Nach dieser Ansicht ist die Bildung des elektrischen Funkens überhaupt aus der Zusammensetzung beider entgegengesetzten ± EE zu erklären, er möge unter was immer für einem Verhältnisse sich zeigen. Daher sind die Funken einerlei, ob sie zwischen zwei entgegengesetzt elektrischen Körpern sich bilden, oder zwischen einem elektrischen und einem nicht elektrischen. Selbst die Mittheilung ist so anzusehen, denn das durch Reiben + elektrisirte Glas der Maschine versetzt den isolirten Conductor nur dadurch in den gleichnamigen Zustand, daß es aus demselben die — E sich zueignet, die gleichnamige + E ihm übrigläßt.

386. Die Kette, welche vom Reibezeuge der thätigen Maschine nach der Erde herabhängt, wirkt eben so. Durch sie nimmt die — E des Reibezeuges stetig aus der Erde + E an sich, und übergibt solche dem Reiber. Die Ursachen beider elektrischen Zustände, welche als + und — E aufgestellt sind, geben demnach durch ihre Vereinigung ein unwirksames Product, was elektrisches Princip, Fluidum = F, Aether, Aerotikon ꝛc. heißen kann und in allen Körpern als gebunden, latent, anzunehmen ist. Durch Reibung setzt es sich als + und — E in Thätigkeit, oder wird in seinen Theilen bemerklich, ebenso durch die Vertheilung u. s. w.

387. Nach der Ansicht Franklin's oder der

Unitarier wird seine Thätigkeit entweder durch übermäßige Anhäufung entstehen, wo sie den + Zustand erzeugt, oder durch Mangel, wo sie den — Zustand gibt; während aus der Vereinigung beider der indifferente natürliche, der ohne elektrische Wirkungssphäre hervorgeht. — Nach **Robert Symmer** oder den **Dualisten** sind beide ± EE Theile des Aethers, in die er sich zerlegt, aus welcher er sich wieder bildet. Sie ertheilen den Körpern, an denen sie hängen, die elektrischen Zustände nebst der elektrischen Verwandtschaft, sie gehen durch Vereinigung in das latente F zurück und scheinen zu verschwinden.

Vertheilung zwischen Flächen. Statische ± EE.

388. Leitende platte Flächen lassen zwischen sich keine Mittheilung zu. Es entsteht zwischen ihnen Vertheilung, ihre flache Gestalt vergrößert die Capacität (Anhänglichkeit) der ± EE. Werden zwei solche Flächen, jede mit der entgegengesetzten E elektrisirt, einander genähert, so vereinigen sich ihre ± EE nicht, um so weniger, wenn ein zwischenliegender dünner Nichtleiter es hindert. Vermittelst ihrer größeren (durch die Fläche ihnen gegebenen) Capacität können beide zugleich, jede von der ihr anhängenden E, eine größere Quantität binden, als vorher. Dasselbe erfolgt, sobald die eine Fläche nicht isolirt ist und die andere durch Mittheilung elektrisirt wird. Jene entläßt dann so viel + E von ihrem F und hält

so viele — E auf sich zurück, als in der andern durch Mittheilung sich + E anhäuft.

Elektrophor.

389. In dem von Wilke erfundenen, von Volta verbesserten beständigen Elektricitätsträger oder Elektrophor, Fig. 93., läßt sich auf solche Weise elektrischer Zustand durch Vertheilung hervorrufen. Dies Werkzeug besteht aus der Schicht eines Nichtleiters a, die in einer leitenden Schüssel b sich befindet. Auf erstere kann noch eine kleinere Metallscheibe mit isolirtem Handgriffe, der Deckel c gelegt werden. Wird die obere Fläche des Nichtleiters durch Reiben elektrisirt, so wirkt sie auf die untere vertheilend, diese auf die obere Fläche der Metallschüssel u. s. w., so daß stets eine mit + E geladene Fläche einer — elektrischen entgegengesetzt wird. Legt man jetzt den Deckel auf, so polarisirt sich auch dieser. Durch Berührung seiner obern Fläche entzieht man ihr die daran durch Vertheilung erregte E; hebt man darauf den Deckel ab, so hat er durchgängig die seiner untern Fläche behalten, und zeigt solche frei. Da er nichts von jenem Nichtleiter nimmt, ihm auch nichts gibt, so läßt er sich durch wiederholtes Aufsetzen sehr oft elektrisiren, ohne jenem etwas von seinem elektrischen Zustande zu rauben.

Condensator, Multiplicator.

390. Es läßt sich gleichergestalt auf allen drei Flächen mittelst Vertheilung elektrischer Zustand

hervorrufen, sobald die obere Fläche des aufgesetzten Deckels durch Mittheilung, sey sie noch so gering, elektrisirt, und die äußere unterste ableitend berührt wird. Weil dabei bemerklich wird, daß die Menge der dadurch frei gewordenen ± EE. größer ist, als die der mitgetheilten, so kann das Werkzeug solchergestalt dazu dienen, kleine Mengen einer ± E zu vervielfältigen und bemerkbarer zu machen. In solcher Beziehung heißt es Condensator. Zu dem Ende wird der Körper, dessen geringe ± EE. bemerkbarer werden sollen, mit der obern Fläche des Deckels verbunden, der unteren Fläche der Schüssel durch Berührung mit dem Finger eine Ableitung gegeben, hierauf der Deckel abgehoben und seine ± EE. am Elektrometer gemessen. Multiplicatoren sind vervielfältigte Condensatoren. Gehlers neues physik. Lexikon. 2 B. 288.

Leidner = Kleistische Flasche, Batterie.

391. Zwei kreisrunde Metallscheiben, zwischen denen eine größere Glastafel liegt, bilden die Franklinsche Tafel. Wird ein Glasbecher oder anderes Gefäß innen und außen mit Metall gleich hoch bis einige Zolle vom Rande überzogen, so entsteht die Leidner= oder Kleistische Flasche, Fig. 94. In ihnen lassen sich ebenfalls die entgegengesetzten ± EE mit größerer Capacität und verminderter Intensität anhäufen. Jene Instrumente befinden sich dann in dem Zustande der Ladung. Mehrere zusammen bilden eine elek-

trische Batterie, suggestus electricus, Fig. 95., deren Ladungsgröße sich nach dem Flächenmaaße ihrer Metallbelege richtet.

392. Flaschen und Batterie ladet man so, daß durch einen Leiter das eine Belege (von allen gemeinschaftlich) mit dem Conductor der Maschine verbunden wird, während das andere eben so mit dem Boden ableitend vereinigt werden muß. Dann häuft sich im innern Belege so viel von der einen E. an, als auf dem äußern von der entgegengesetzten. Durch unmittelbare Herstellung einer leitenden Verbindung (leitenden Bogens, geschloßnen Kette) zwischen ihren metallnen Belegen geben sie verstärkte Funken, welche dem lebenden Körper sich als elektrischer Schlag, concussio, kund gibt. Sie entstehen durch unmittelbare Vereinigung beider $\pm$ EE. Dieser verstärkte oder Batteriefunken ist leuchtender, geräuschvoller, dicker und kräftiger, als der einfache, (obschon dieser länger ist). Um ihn hervorzubringen oder um zu entladen, wählt man Auslader (Bogen), Fig. 96., von Metall, nassen Faden u. s. w. Der gemeine ist ein stellbarer Bogen mit isolirtem Handgriffe; der allgemeine nach Henley ist überdieß mit einem Tischchen versehen. Fig. 97. Nach einmaliger Entladung hat die Batterie (Flasche) außer eines Rückstandes, alle $\pm$ EE. verloren, sie ist indifferent geworden und muß, um neue Wirkung hervorzubringen, abermals geladen werden.

393. Zu große Anhäufung hat freiwillige Ent=

ladung zur Folge, wobei der Funke entweder über den unbelegten Rand seinen Weg nimmt, oder den Nichtleiter durchbohrt. — Auf gleiche Weise ist der Blitz der Gewitterwolken anzusehen.

394. Es läßt sich der elektrische Schlag durch den menschlichen Körper fortpflanzen, sobald Jemand beide Belege der Flasche zugleich berührt; auch durch eine Reihe von Personen. Heftiger Schlag tödtet Thiere. Verstärkte Funken zertrümmern Glas oder durchbohren es, schmelzen Metalle, verbinden sie mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre (oxydiren sie) und ahmen so dem Blitze im Kleinen nach, verbinden Luftarten in Volta's Eudiometer, oder zerlegen zusammengesetzte (Ammoniakluft), eben so nach Deinmann und Trostwyk das Wasser in seine Elemente, erzeugen Farbenänderungen u. s. w.

Elektrischer Strom. $\pm$ EE in Bewegung.

395. Während des Entladens und der Erscheinung jenes verstärkten Funkens verbinden sich die in beiden Belegen angehäuften $\pm$ EE., indem sie in dem Auslader einen sogenannten elektrischen Strom erzeugen, der selbst durch Meilenlange Leiter mit nicht zu messender Geschwindigkeit und stets durch den besten Leiter seinen Weg nimmt. Nach Franklin würde dieser Strom nur aus + E bestehen, die ihren Weg nach der — Seite nimmt. Nach der dualistischen Ansicht gehen beide $\pm$ EE einander im Auslader entgegen.

Langenbuchers praktische Elektricitätslehre. Augsburg 1788.

Pristleys Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Elektricität. Berlin 1772.

Dondorfs Lehre von der Elektricität. Erfurt 1784.

Elektricität durch Druck, Bruch und Wärme.

396. Nächst dem Reiben sind Druck, Bruch und Wärme Mittel elektrischen Zustand zu erzeugen. — Becquerel drückte Scheiben verschiedener Körper an einander, die er durch Glasstäbe isolirte, und versetzte sie dadurch in elektrische entgegengesetzte Zustände. Dergleichen waren Gips, Glimmer, Schwerspath, Holz, Kork, Mehl und viele andere organischen Ursprunges. Schon früher hatte Hauy dasselbe im Doppelspathe bemerkt und darauf das Elektrometer von Doppelspath gegründet. Man befestigt ein Stück davon an einen Arm des leicht beweglichen Hebels Fig. 98. a; drückt man dasselbe mit den Fingern, so wird es + elektrisch und wirkt so auf andere genäherte elektrisirte Körper anziehend oder abstoßend.

397. Die durch Druck hervorgebrachten ± EE. sind abhängig in ihrer Dauer von der Leitungsfähigkeit und von der Beschaffenheit der Oberfläche, insofern diese jene ändert, von der Temperatur, vom hygroskopischen Zustande. Schlechte Leiter zeigen diese ± EE am dauernsten; Ver-

schiedenheit in den Temperaturen der Gedrückten begünstigt ihre Entwickelung. Dessaignes fand, daß Körper durch Eintauchen in Quecksilber, sobald seine Temperatur von der ihrigen sich unterschied, elektrisch wurden.

398. Das Zerbrechen der Körper versetzt die abgebrochnen Stücke ebenfalls in die entgegengesetzten elektrischen Zustände. Beide ± EE. vereinigen sich aber hier gewöhnlich sehr schnell wieder und erscheinen, wie an der Maschine, als Licht, was sich beim Zerschlagen des Zuckers, Polychrestsalzes, Quarzes, der Kreide u. s. w. bemerken läßt.

399. Schon längst weiß man, daß Wärme von 42° C am Turmalin oder elektrischem Schörl einseitig angebracht die entgegengesetzten elektrischen Zustände erzeugt. Dasselbe geschieht durch andere Wärmegrade am Topase, Zinkspath, Mesotyp, Boracit, Prehnit, Axinit, Sphen, überhaupt an Krystallen, deren Bauart nicht rein symmetrisch ist. Die elektrische Axe ist mit der des Krystalles zusammenfallend. Der Pol, welcher während der Erwärmung + E. zeigte, wird beim Abkühlen entgegengesetzt elektrisch. (Pyroelektricität nach Brewster, Krystallelektricität Anderer.) Auch Metalle von blättrig krystallinischem Gefüge, Spießglanz, Wismuth, Zink, verhalten sich so. Nach Seebeck gibt man ihnen parallelepipedische Gestalt, verbindet beide Enden mittelst eines angelötheten kupfernen Bogens und erwärmt sie an dem einen Ende. — Gilberts Annalen 1823. 1 St. u. f.

400. Andere Erscheinungen, welche die innige Verwandtschaft der Elektricität mit der Wärme darthun, sind folgende: Wärme macht Nichtleiter ezu Leitern. Elektrische Funken erzeugen Wärme, lektrische Ströme können den schließenden Bogen ins Glühen versetzen; Davy brachte durch elektrische Funken Wasser ins Sieden; überhaupt geht daraus hervor, daß elektrische Ströme sich in Wärme umändern können, sobald es die Capacität ihrer Leiter erlaubt.

401. Nach Volta, Bennet, Saussure sind Abänderungen der Cohäsion sowohl als der Form Quellen der $\pm$ EE. So wird bei jeder Verdunstung Elektricität frei; ebenfalls bei Gährungen, nach Read bei Fäulniß; endlich während allen chemischen Processen, Verbrennungen ꝛc. Dergleichen Veränderungen gehen ununterbrochen in Thieren, Menschen, Pflanzen, mit unorganischen Dingen vor, woraus sich ergibt, daß sie die Ursache des beständigen Daseyns freier Elektricität in der Atmosphäre sind.

Berührungselektricität.

402. Berührungselektricität, Contactelektricität, Galvanische Elektricität, entsteht nicht durch Reibung, sondern durch Berührung zweier verschiedenartiger Leiter. Galvani in Bologna ward zuerst darauf aufmerksam, als er fand, daß ein scheintodter Frosch innerhalb einer elektrischen Atmosphäre zucke, und daß diese Zuckungen dadurch noch bestimmter ein-

traten, sobald ein Nerve und ein Muskel desselben mit zwei verschiedenen Metallen berührt wurde. Er suchte die Ursache des Vorgangs im organischen Gebilde, in den Metallen bloße Leitung desselben. Volta aber erkannte das Gegentheil. Durch seinen Fundamentalversuch zeigte er: daß zwei auf einander gelegte verschiedenartige Metallscheiben im Augenblicke ihrer Berührung entgegengesetzt elektrisch werden. Um das zu prüfen, isolirt man sie durch nichtleitende Handgriffe.

403. Nach Davy zeigt sich Zinkfeile, welche durch die Löcher eines kupfernen Durchschlages auf den Teller eines Elektroskops fällt, ebenfalls elektrisch. Ferner trockner Aetzkalk, der von trockner Kleesäure berührt wird; Zink und Quecksilber; Schwefel und Kupfer; alle nur so lange, als sie sich noch nicht chemisch verbanden. Nach Becquerel thun Alkalien mit Säuren, sie seyen tropfbar oder nicht, dasselbe. Ueberhaupt kommen zwei, was immer für Körper, selbst chemisch gleiche, sobald sie nur in irgend einer Eigenschaft verschieden sind, bei gegenseitiger Berührung in den entgegengesetzt elektrischen Zustand, einer nimmt + E. der zweite — E. an.

Elektrische Kette.

404. Dergleichen wirksame Anordnungen aus wenigstens zwei Körpern sind galvanische oder elektrische einfache Ketten.

Elektromotoren.

405. Solche wirksame Körper heißen über-

haupt Elektromotoren, Elektricitätser-
reger; sie sind elektrische Leiter und stehen nach
der Größe ihrer Wirksamkeit, wie oben gesagt,
in den zwei Classen 1) der festen und 2) der
flüssigen oder feuchten Leiter. Jene werden über-
haupt als die wirksamern, diese als die für sich
weniger wirksamen angesehen.

406. Durch Berührung wird nach Ritter jeder in folgender Ordnung angegebene feste Körper für die nach ihm stehenden der positiv elektrische, für jeden vor ihm stehenden der negative, um so ausgezeichneter, je weiter beide in der Reihe von einander abstehen: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Wismuth, Kobalt, Arsenik, Kupfer, Spießglanz, Platin, Gold, Quecksilber, Silber, Kohle, Graphit, Graubraunsteinerz. Nach Davy steht Platin hinter dem Silber. Nach Pouillet: Zink, Schlagloth, Blei, Zinn, Schriftgießermetall, Eisen, Stahl, Spießglanz, Wismuth, Messing, Kupfer, Bronze, Schwefelspießglanz, Glockenspeise, Arsenik, Quecksilber, Schwefelwismuth, Phosphorkupfer, Graphit, Schwefelkupfer, Schwefelblei, Phosphoreisen, Silber, Gold, Tellur, Palladium, Platin. Im Fall sich mehrere berühren, so ist der Erfolg so, als wären nur die zwei am weitesten in der Reihe abstehenden vorhanden.

407. Flüssigkeiten unter einander geben nur sehr vorübergehende Wirkung, da sie sich nicht langdauernd genug berühren, sondern sich schnell mischen. Feste und flüßige wirken stärker; ihre Wirkung wächst in dem Grade, als diese durch

jene chemisch veränderbar und sie Leiter sind; sie ist daher oft größer, als die zweier fester. Unter den Säuern und Salzlösungen steht die Chlorsäure zuerst, es folgen Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Lösungen von Salmiack, Salpeter, Kochsalz u. a. Eine andere Reihe bilden die Lösungen von Schwefelkali, Kali, Natrum gegen Metalle oder Säuern. Läßt sich aus der Flüssigkeit Sauerstoff scheiden, so zeigt das Metall gewöhnlich — E. Gegen alkalische Lösungen meist + E. Ueberhaupt scheint in diesen Anordnungen die chemische Wirksamkeit Bedingung zu seyn. Wir wollen die trocknen: physische, die mit feuchten Leitern chemische Ketten nennen.

408. Beiderlei Anordnungen können für sich bestehen, sie können ebenfalls vereinigt werden, wodurch sich zugleich ihre Wirksamkeit vergrößert. Jede wirket von einander unabhängig, beide unterstützen und verstärken sich aber in ihrer Vereinigung. Die wirksamsten Ketten erwachsen aus zwei festen und einem flüßigen Leiter, z. E. Kupfer, Zink, Salpetersäure u. a., welche als die gemeinsten und zweckmäßigsten nach Volta in Anwendung kommen. Hier nimmt von zwei Metallen dasjenige den positiven Zustand an, welches bei Sauerstoffgebender Flüssigkeit, zu diesem die stärkere Anziehung hat. Bei Schwefelhaltender Flüssigkeit wird die + E. von der Anziehung zu diesem bestimmt. Ein Metall zwischen einer sauern und einer basischen Auflösung ist auf der gegen jene gekehrten Fläche negativ, auf der entgegengesetzten positiv.

409. Dergleichen einfache Ketten aus drei Leitern von bedeutender Größe und Wirksamkeit sind: der Deflagrator nach Hare und Sillimann; er entsteht durch Zusammenwickeln von Zink und Kupferblechen, zwischen welche Leder oder Tuch gelegt wird, damit sie sich nirgends berühren; oder durch in Einanderstellen von sich nirgends berührenden Cylindern beider Metalle. Beim Gebrauche werden diese Werkzeuge in den nassen Leiter eingetaucht. Der Calorimotor von Hare ist ihm ähnlich, er besteht aus einer sehr großen Kupferplatte und eben solcher Zinkplatte nebst einem nassen Leiter, oder aus vielen solchen abwechselnden, wovon alle Zinkplatten unter sich und eben so alle Kupferplatten nur unter sich durch Metallstreifen verbunden werden.

Elektrische Säule.

410. Durch regelmäßige Vervielfältigung dieser einfachen, trocknen oder nassen Ketten entstehen die elektrischen Säulen (Batterien). Die Erfahrnng sagt, daß die Stärke ihrer elektrischen Aeußerung mit der Größe jener Vervielfältigung wächst.

411. Trockne Säulen wirken schwach. Sie bestehen nach Behrens aus Kupfer, Feuerstein, Zink, statt dessen Biot Salpeter anwendete, De Luc aber Papier, Jäger Harz oder Seide. Zamboni nimmt Gold- oder Silberpapier, dessen Rückseite mit Braunsteinoxyd überzogen ist. Solche Säulen wirken unendlich lange Zeit, und können dienen, beständige Bewegungen, die sich

auf Anziehung und Abstoßung gründen, zu unterhalten.

412. Voltas Säule, so genannt, weil Volta der erste war, der eine aus drei Leitern bestehende vervielfältigte Schichtung zusammensetzen lehrte, besteht aus zwei trocknen und einem feuchten Leiter, nämlich aus reinen Metallplatten mit Tuch oder Pappscheiben, die mit Säure ꝛc. getränkt sind. Sie werden in gleichbleibender Reihenfolge auf isolirender Unterlage zwischen Glasstäben senkrecht übereinander geschichtet. Z. E. Kupfer, Zink, Tuch, oder Zink, Kupfer, Tuch ꝛc. Ebenfalls nach Davy: Kupfer, Tuch mit Schwefelsäure, Pappe mit Kochsalzlösung, Wolle mit Schwefelkali u. s. f. Ritters Ladungssäule aus Kupfer und nassen Leitern wirkt nur schwach.

413. Trogapparate nach Childern, Schweigger ꝛc. überheben der Reinigung der einzelnen Platten. Es wird jede Zinkplatte mit einer Kupferplatte zusammengelöthet, diese Doppelplatten kittet man in Tröge aus trocknem gut gefirnißten Holze, so daß zwischen den Platten hydrostatisch geschiedene Zellen bleiben, deren eine Wand von einer Kupferplatte, die andere durch eine Zinkplatte gebildet wird. In die Zellen kommt Flüssigkeit. Oder es hat der Trog bereits so viele Scheidewände, als Doppelplatten angewendet werden. Diese aber verbindet man durch Blei- oder Zinkstreifen, Fig. 99. a, befestigt sie gemeinsam an einen Stab b und senkt sie zugleich in die gefüllten Zellen c so, daß in jeder von jedem Plattenpaare nur eine Platte

der Verbindungsstreifen aber über der Scheidewand sich befindet.

414. Der *Becherapparat* hat statt der Zellen einzelne Glasgefäße (Becher, Röhren) worin der feuchte Leiter enthalten ist, übrigens dieselbe Anordnung der verbundenen Metalle. Nach *Berzelius* folgende: der Zink ist kugelförmig, enthält einen eingelötheten Kupferdrath, der bogenförmig in den zweiten Becher reicht und daselbst platt geschlagen ist. Nach *Oerstedt* bestehen die Becher aus Kupfer, sind kastenförmig, oben mit einem Arme versehen, der zum nächsten Kästchen reicht, und in welchem die Zinkplatte hängt, die das Kupfer sonst nirgends berühren darf; in die Kästen kommt Säure. *Stadion* nimmt walzige Kupfergefäße und Zinkstäbe.

415. So wie in der einfachen Kette an ihren entgegengesetzten Enden die entgegengesetzten $\pm$ EE. polar sich zu erkennen geben, so zeigt die Säule ihre Wirksamkeit ebenfalls an ihren beiden Enden am stärksten, die deßhalb als ihre *Pole*, und zwar als + und — Pol unterschieden werden. Es ist in ihr eine stetige Wanderung der getrennten $\pm$ EE. anzunehmen, nämlich die der + E. vom — zum + Pole, die der — E. vom entgegengesetzten zum — Pole, welche den *elektrischen Strom* in der Säule bildet. Dieser ist in der Säule immerwährend vorhanden und thätig, und häuft in den Polen bedeutende Quantitäten von $\pm$ EE. an. Nach dem Gesetz der Vertheilung hängen sie sehr fest an den

Leitern und lassen sie nur los (strömen aus oder verbinden sich gegenseitig) sobald sie durch einen leitenden Bogen (der die Kette schließt, d. i. von Pol zu Pol reicht, durch einen Auslader ꝛc.) vereinigt werden. In ihm setzt sich jener Strom fort, aber offenbar in umgekehrter Richtung. Hierbei zeigen sich, der Leidner Flasche ähnlich, da wo die Bogen kurze Abstände lassen, verstärkte oder Batteriefunken von geringer Länge oder Schlagweite zwar, aber von desto kräftigerer Wirkung, die stetig zu erscheinen fortfahren, so lange die Säule noch elektrisch ist. Sie ist demnach einer geladenen Flasche ähnlich, ladet sich jedoch nach jeder Entladung wieder von selbst. Denn die Flasche kann nur e i n e Entladung geben, die Säule fährt fort diese stromweise und fast ununterbrochen zu liefern.

416. Ist die Säule nicht durch einen Bogen geschlossen, so entstehen nur Erscheinungen elektrischer Spannung, Statik: es zeigen die Pole ihre entgegengesetzten Electricitäten; am stärksten (mit größester Intensität) wirkt der eine Pol auf das Elektrometer, sobald der andere eine Ableitung hat. Je näher die den Pol vorstellende Metallplatte dem andern Pole liegt, (je weniger die Schichtung, der sie angehört, davon entfernt ist) je unwirksamer ist sie, d. i. ihre Intensität nimmt ab in arithmetischer Reihe mit der Entfernung von der Endplatte des gleichnamigen Poles. Wird eine Leidnerflasche oder Batterie mit ihren beiden Belegen, jedes mit einem Pole der Säule verbunden, so ladet sie sich schneller, als durch die

Maschine, es verhält sich ihre Ladung nach van Marum jener Ladung ganz gleich, was derselbe durch Ladung zweier Flaschen, der einen mittelst der Säule, der zweiten mittelst der Maschine, und ihre gegenseitige gemeinschaftliche Entladung darthat. Bohnenbergers Elektrometer gründet sich ebenfalls auf diese Gleichheit. Es ist ein Elektrometer von Goldblatt; diesem zu Seiten befindet sich an jeder eine trockne elektrische Säule Zollweit abstehend, wovon eine unten den + Pol, die andere den — Pol hat. Das elektrisirte Goldblatt wird nach dem Gesetz der elektrischen Anziehung unter ungleichnamigen EE. nicht nur das Daseyn des elektrischen Zustandes, sondern auch seine Beschaffenheit zeigen. Becquerels Elektrometer hat nur eine trockne Säule, ist jenem übrigens gleich.

417. Aus der Aehnlichkeit der Wirkung der Electricität durch die Maschine mit der von der Säule ergibt sich die Aehnlichkeit der Reibungs- und Berührungselektricität; eben so daraus, daß beide dieselben Leiter und Isolatoren haben, obschon die Säule sich schwer isoliren läßt. Wenige Leiter scheinen hier eine Ausnahme zu machen, indem nach Erman die Flamme der Oele, des Aethers und Weingeistes nur die Elektricität des positiven Poles nach der Erde zu entladen, die Flamme des Phosphors und Schwefels, dagegen die des negativen Poles. Man nennt sie unipolare Leiter. Nach Wollaston werden sie dazu durch ihre entschiedene basische oder saure

Natur bestimmt. Da aber Becquerel zeigte, daß die innern und äußern Theile jeder Flamme sich im entgegengesetzten elektrischen Zustande befinden, so möchte die Annahme unipolarer Leiter unnöthig seyn und der Vorgang sich auf das bekannte Gesetz der Anziehung entgegengesetzter Elektricitäten stützen. — Schweiggers Journal, 9. B. 3. St. Poggendorfs Annalen 1827. 11. St.

418. Die Erscheinungen bei geschlossener Kette sind von jenen der nicht geschlossenen verschieden; sie beurkunden die Wirkung des elektrischen Stromes sowohl auf die Säule selbst, auf den leitenden Bogen, auch auf diejenigen Stoffe, welche in einen Zwischenraum des unterbrochenen Bogens dem Strome ausgesetzt, oder ihm nur genähert werden. (Elektricitäts-Bewegung.)

419. Der durch Schließung der Kette hergestellte Strom verbindet die an den Polen freien $\pm$ EE. und macht sie verschwinden. Schließung mittelst eines Halbleiters verbindet sie nicht völlig. Nach Unterbrechung der Schließung erscheinen die $\pm$ EE. wieder frei an den Polen, in um so kürzerer Zeit, je stärker der feuchte Leiter chemisch wirkt.

420. Dieser feuchte Leiter ändert unterdessen sich und die an ihn grenzenden Metalle, indem er vertrocknet, sich zersetzt und einen seiner Bestandtheile auch wohl an die Metalle abgibt. Ist dieser Sauerstoff, so entsteht daraus ein Ueberzug von Oxyd, der wie das Vertrocknen alle Wirkung aufhebt. Wärme steigert die Wirkung, Hitze

zerstört sie. Vortheilhaft ist es, die nassen Pappen dünn zu nehmen, auch von größerm Durchmesser als die Metalle.

421. Geschieht die Schließung mittelst der genäßten Hände, so fühlt man Anfangs deutliche abgesonderte Erschütterungsschläge, nachmals gehen sie schnell in einander über. Empfindlich wirken sie auf verletzte Stellen; in den Augen erregen sie das Gefühl von Licht, in der Zunge Geschmack ꝛc., sie versetzen jeden Nerven in die ihm eigenthümlich zukommende Thätigkeit.

422. Wird die Kette bis auf einen kurzen Zwischenraum geschlossen, so springen in diesem stark leuchtende Funken über, deren Licht am blendendsten ist, sobald Quecksilber oder Kohle die Grenze des Zwischenraumes macht. Hier erwärmen, entzünden, verflüchtigen sich zwischengebrachte Stoffe: Phosphor, Aether, Kohle, Diamanten; Metalle kommen ins Glühen, selbst die strengflüchtigsten schmelzen, wie Platina, Iridium ꝛc.

423. Andere, vorzüglich Flüssigkeiten, wie Quecksilber mit einer Schicht Schwefelsäure übergossen, kommen nach Herrschel durch den Strom in mannigfaltige Bewegung. Schon einfache Ketten geben dergleichen, z. E. Quecksilber, was in einem ausgehölten Gefäße mit Salpetersäure übergossen ist und sich darin auflöst. Nach Runge, wenn Quecksilber mit einer Kochsalzlösung bedeckt, auf welcher ein Krystall von Kupfervitriol liegt, und das Quecksilber mittelst eines Eisenstabes berührt wird, so kommt der Krystall ins Drehen. Pfaff hat über diesen Gegenstand

in Schweiggers Journal 1826. pag. 190 viel Licht verbreitet.

424. Zusammengesetzte Körper zerlegen sich durch den Einfluß des Stromes; ja es hat bis jetzt kein zusammengesetzter Körper, der feucht oder flüßig in den Strom gebracht wurde, seiner zerlegenden Wirkung widerstehen können, so daß seine Unwirksamkeit für ein Zeichen der Einfachheit gilt. Hier werden die verschiedenen Bestandtheile der Körper von den beiden Elektricitäten so angezogen, daß sie aus ihrer Vereinigung treten und sich entweder frei an den Leitungsdräthen zeigen, sobald diese aus edlem Metalle bestehen; oder sich mit diesen sogleich zu neuen Produkten verbinden, wenn die Dräthe aus unedlem bestehen. Wasser liefert durch Golddrath am + Pole luftförmigen Sauerstoff; am — Pole luftförmigen Wasserstoff; am besten in einer Heberröhre, Fig. 100. a, die mit reinem Wasser gefüllt ist und in welche die Poldräthe b der Säule c eintauchen; durch Eisendrath an jenem Pole aber Eisenoxyd; durch Tellur an diesem Pole Tellurwasserstoff; Schwefelsäure am + Pole Sauerstoff, am — Pole Schwefel. Die elektrische Anziehung wirkt hier so stark, daß sie dieselben Zersetzungen bewirkt, wenn der Strom durch zwei oder drei mittelst nasser Leiter d. d., Fig. 101., verbundener Gefäße a. b. c. geht, die den zersetzbaren Stoff enthalten, es wird der vom — Pole angezogene Bestandtheil aus beiden Endgefäßen a und c in a gesammelt; der vom + Pole dagegen in c. Während beide ihren Weg durch b kreuzend

nehmen, verändern sie die darin enthaltene Flüssigkeit nicht, gehen auch auf dieser Wanderung keine neuen Verbindungen ein.

425. Der schließende Bogen erhält die Eigenschaft Magnete anzuziehen und abzustoßen, und für die Zeit, da er den Strom führt, selbst Magnet zu seyn. Diese merkwürdige Entdeckung Oersteds gibt an die Hand, feine Magnetnadeln zu Erkennungsmitteln des Daseyns elektrischer Ströme anzuwenden. Nach Seebeck erlangen die Metalle selbst in der Nähe jeder wirksamen Säule schon Magnetismus. — Schweiggers Journal 1820. 29. B. und folgende.

436. Die Wirkungen der Säule sind abhängig a) von der Menge ihrer Schichtungen (Schichtungszahl); b) von den reinen Berührungsflächen und der Größe der Leiter; c) von der Leitungsfähigkeit des feuchten und von seiner chemischen Einwirkung; d) von der Isolirung der Säule; e) von der umgebenden Luft; f) von der Zeit, welche die Säule bereits wirkte.

a) Die Schichtungszahl bestimmt die Mengen (Intensität) der an den Polen angehäuften EE., durch deren Entladung der Schlag erfolgt, der daher im Verhältniß jener Zahl sich verstärkt.

b) Von der Größe der Leiter und ihren beiderseitigen Berührungsflächen, vorzüglich von den zwischen den festen und flüßigen, hängen ab die Erscheinungen von Lichtfunken, Erhitzung, Glühen, Schmelzung, Verbrennung. Ein Plattenpaar von einem Fuße Oberfläche mit gehörig chemisch wirkendem nassem Leiter gibt schon deutliche

Funken. Hare's große einfache Ketten, nämlich sein Deflagrator und Calorimotor sind deutliche Beweise davon. Hare brachte damit Eisenblech baldigst zum Glühen, mit dem Deflagrator will er Graphit geschmolzen haben. Ist in einem Oersted'schen Kastenbecher die Zinktafel mit dem Kupfer mittelst eines kurzen Platindrathes verbunden, so kommt er ins Glühen (Wollastons Feuerzeug). Säulen aus großen Plattenpaaren vermehren diese Erscheinung bedeutend; Childerns Trogbatterie aus 20 Doppelplatten, deren jede 2300 Quadratzoll hat, bringt Platina schnell ins Glühen, Iridium ins Schmelzen ꝛc. Mit ähnlichen Werkzeugen hat man Quarz, Sapphir, Diamant verflüchtigt. Am leichtesten kommt Platina ins Glühen, wenn es als kurzer (dicker) Drath angewendet wird, ebenfalls Eisen. Dieß hängt von ihrer Leitungsfähigkeit für Electricität ab, die beim Eisen am geringsten, etwa wie 6, bei Platina wie 11, bei Zinn 12, bei Kupfer wie 56, bei Silber wie 65 von Davy gefunden wurde. — Gilberts Annalen 1822. St. 7.

c) Die chemische Wirkung der Säule, so wie die auf die Magnetnadel, ist um so größer, je besser der feuchte Leiter leitet und je zersetzbarer er ist; um so größer, je mehr auf einmal $\pm$ EE. durch den Schließbogen in Strömung versetzt werden, d. i. je besser die Schließdräthe leiten. Die Schichtungszahl hat weit weniger Einfluß darauf, denn nach Gay Lussac steht die chemische oder Wasser zersetzende Wirkung mit dieser

Zahl in dem Verhältniß der 3ten Potenz, nach Davy in dem der zweiten. — Es zeigen daher einfache galvanische Ketten mit chemisch wirksamen Flüssigkeiten oft bedeutende Zersetzungen. Dergleichen sind die Reductionen der aufgelösten Metalle, als Bleibaum, Dianenbaum, Cementkupfer ꝛc. Ein Becher aus Platina mit reinem Wasser gefüllt, im genugsamen Sperrwasser umgestürzt und mit Zink beschwert, wird, wenn dieses Säure enthält, das im Becher befindliche Wasser bald zersetzen und Wasserstoffluft in ihm anhäufen. Eine Goldmünze in Salpetersäure zersetzt diese nicht, entwickelt aber sogleich eine Menge Luftblasen, wenn sie mit einem andern Metalle berührt wird. — Die frühere Annahme, als sey diese chemische Verstärkung der Säule durch stärkere Oxydation bedingt, widerlegt sich als einseitig schon durch die Erfahrung, daß es wirksame Säulen gibt, in denen der nasse Leiter keine Oxydation erzeugt, ferner durch den Bestand der trocknen Säulen.

d) Weniger hat die Isolirung der Säule auf sich, obschon die besser isolirte stärker wirkt. Da die $\pm$ EE. der Säule mit weit größeren Capacitäten an den Flächen haften, erklärt sich dies von selbst. — Man hat es sogar als Gesetz aufgestellt, daß die elektrische Spannung zweier sich berührender Elektromotoren dieselbe sey, wenn sie isolirt als wenn sie es nicht sind, sobald nur ihre Pole nicht verbunden werden. Daraus läßt sich allerdings die Zunahme der Wirkung mit der

arithmetischen Vervielfältigung der Schichtungen ableiten.

e) Die umgebende Luft erhöht die Thätigkeit der Säule je mehr sie Sauerstoff enthält, denn diesen saugt die Säule ein. Luft ohne Sauerstoff scheint als Medium alle Thätigkeit zu zerstören. Gleichergestalt ließ sich ein Platindrath in einem Medium von Aether nach Davy nicht durch elektrischen Strom zum Schmelzen bringen, obschon die Schmelzung in der Luft leicht vor sich ging.

f) Was endlich die Thätigkeitsdauer betrifft, und daß diese sich durch die Veränderung der Fläschen mittelst des nassen Leiters von selbst beendigt, ist oben bereits auseinandergesetzt. Daher die Säulen gleich Anfangs stets am stärksten wirken und je länger, desto mehr abnehmen. Merkwürdig bleibt es, daß die Säulen nicht immer gleichförmig, sondern oft periodisch stärker wirken. — Von den elektrischen Pausen. Schweiggers Journ. 1817. St. 1.

Elektrische Fische.

427. Folgende Fische geben den sie berührenden Menschen Erschütterungen, die denen der elektrischen Säule gleich sind, auch sich durch elektrische Leiter fortpflanzen. Torpedo unimaculatus, T. marmoratus, Galvanii, Silurus electricus, Tetraodon electricus, Trichiurus indicus. Vor allen der Gymnotus electricus aus Südamerika. Das Vermögen diese Erschütterungen zu geben geht von Organen aus, die

in ihrem Baue Aehnlichkeit mit elektrischen Säulen zeigen und sehr starke Nerven erhalten. Beim Torpedo bestehen sie aus sehnigen Röhren, die nahe um seine Keimen liegen; sehnige Häute bilden Queerzellen darin, welche innen mit Eiweiß angefüllt sind. Der Fisch gibt nur Schläge, so lange jene Nerven unverletzt sind; durch mehrere Schläge wird er matt, stirbt auch wohl. Er wendet durch sie nämlich die für den übrigen Körper bestimmte Lebensthätigkeit (Nervenkraft) auf.

428. Auf solche Erfahrungen gründet sich der Schluß, es sey die Lebensthätigkeit durch Elektrismus bedingt. Nach Prochaska deßhalb, weil der elektrische Strom in jedem Theile des zum Leben fähigen Körpers die diesem eigenthümliche Thätigkeit anfacht und steigert. So wäre denn jeder Lebendige einer stets thätigen elektrischen Säule ähnlich, oder vielmehr einer Zusammensetzung von vielen, welche durch ihre Ströme die steten Zusammensetzungen, Scheidungen, die Bildungen und Bewegungen unterhalten. Die Elemente der Säulen würden Nerven, Membranen (Muskeln) und Blut seyn.

Elektricität als Heilmittel.

429. Darin findet zudem die Anwendung der Elektricität, sowohl der Maschine, als der Säule oder einfachen Kette ihren Grund. Eine einfache Kette solcher Art besteht aus einer Scheibe Zink und einer ebensolchen von Kupfer. Beide sind mittelst eines metallnen Bogens verbunden; die Scheiben aber legt man platt auf die Haut der

zu elektrisirenden Stellen; sie wirken besser, sobald diese vorher ihrer Oberhaut beraubt sind. Elektrische Säulen läßt man mittelst ihrer Leitungsdräthe wirken, die jedoch oft mit Baumwolle umwickelt werden müssen. Bei Scheintodten soll z. E. der elektrische Strom mittelst zweier durch Acupunktur dem Zwergfelle genäherter Nadeln dieses zum Zusammenbringen bringen und zugleich die Lungen zum Athmen reitzen.

Chemisch elektrische Theorie.

430. Durch welchen Vorgang die elektrische Wirksamkeit der Säule zu Stande kommt, ist beigebracht, nur ihre chemische Wirkung bedarf noch einer Betrachtung. Es werden durch sie die Bestandtheile zusammengesetzter flüßiger Körper getrennt, jeder von einem der beiden Poldräthe angezogen, um mit diesem eine neue Vereinigung einzugehen. Das Gleichgewicht der in dem Gemisch bestehenden chemischen Anziehung wird durch die elektrischen des Stroms regelmäßig aufgehoben, indem sie überwiegen. Es könnte die stärkere elektrische Anziehung entweder eine von der chemischen verschiedenartige, oder mit ihr übrigens gleichartige seyn. Letzteres, als das richtigere, geht daraus hervor, daß sie nicht allein die Bestandtheile trennt, sondern selbige sogar zu neuen Verbindungen mit den Poldräthen veranlaßt, selbst dem Material der Dräthe Verwandschaften mittheilt, die sie früher nicht hatten. Hieraus erwächst der Satz, der den Namen der chemisch elektrischen Theorie führt, näm-

lich es könne die elektrische Anziehung unter der Bedingung der vorhandenen Flüssigkeit der sich vnziehenden zur chemischen werden und beide seyen aus derselben Ursache entspringend.

431. Ferner: sobald zwei verschiedene Körper a und b sich berühren, versetzen sie sich in die entgegengesetzt elektrischen Zustände, welche a gegen b Anziehung ertheilen. Es bleibt bei bloßer elektrischer Anziehung und dem Zustandekommen von elektrischen Funken, so lange a und b fest sind, allein es geht jene sogleich in Mischung, d. i. chemische Verwandschaft über, sobald Flüssigkeit eintritt, corpora non agunt nisi fluida. Auch hier bewirken die sich vereinigenden $\pm$ EE. Feuer (Wärme), nämlich den Verbrennungsproceß, und es ist dasselbe stärker als oben, weil die Mischung nicht bloße Berührung der Flächen, sondern Berührung aller kleinsten gegenseitigen Theile (Atome) von a und b ist. Becquerels Versuche mittelst empfindlichen magnetischen Elektrometern lehren, daß je zwei chemisch verwandte Dinge a und b im Augenblicke ihrer Berührung elektrische Ströme erregen und mit deren Verschwinden, Neutralisirung, in chemische Mischung übergehen. Diese Ströme sind um so stärker, je stärker die chemische Anziehung von a und b. Endlich kann auch äußere Wärme, die bekanntlich ebenfalls elektrische Ströme erregt, diese Vorgänge erhöhen. Es ist sonach Elektrismus, welcher die chemische Verbindung erst möglich macht.

432. Entwickelt aber a vor der chemischen Verbindung einen elektrischen Zustand, der dem des b entgegengesetzt ist, und auf deren Anziehungsgröße die Festigkeit der Mischung sich stützt, so bleibt jedem die Zeit der bestehenden Zusammensetzung über dieser Zustand; soll a getrennt werden durch den elektrischen Strom, so bestimmt das Gesetz der Anziehung ungleichartiger $\pm$ EE. die Anziehung zu dem Poldrathe, der es trennen kann. Folgt a dem — Pole, so war dasselbe in der Zusammensetzung durch + E gebunden, b durch — E u. s. f. Hierauf gründet sich die Eintheilung der chemischen Körper in elektropositive und elektronegative. Man bedenke, daß dieses Verhältniß unbeständig ist; für jedem Fall muß es durch Erfahrung gefunden werden. Denn eben so, wie nach oben gegebener Reihe Kupfer gegen Zink minus, gegen Silber plus ist, gleichergestalt auch a als Schwefel positiv gegen b Chlor ist, während Schwefel gegen c Wasserstoff negativ wird; Chlor aber negativ gegen d Sauerstoff sich verhält, dieser endlich allein gegen alle Körper negativ.

433. Soll ein Körper a chemisch auf den andern b wirken, so müssen beide in das entgegengesetzte elektrische Verhältniß treten können. Raubt man dem a die Möglichkeit dazu, indem man ihn durch ein c berührt und in den entgegengesetzten und dem des b gleichen Zustand bringt, so hört alle chemische Wirkung auf. Dies veranlaßte den scharfsinnigen Davy die kupfernen

Beschläge der Schiffe gegen die chemische Einwirkung des Seewassers durch Zinknägel, später noch besser durch Eisenbleche, zu schützen, weil diese dem Kupfer einen dem Seewasser gleichen elektrischen Zustand ertheilen.

Al. Galvanis Abhandlung über die Kraft der thierischen Elektricität. Prag 1793.
Al. Volta's Schriften über thierische Elektricität. Prag 1793. Fortsetzung 1796. Dessen neueste Versuche über Galvanismus. Wien 1803.
A. v. Humbold, über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Berlin und Posen 1797.
Beiträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus, von Ritter. Jena 1800.
Pohl. Der Proceß der elektrisch-galvanischen Kette. Berlin 1826.
T. Cavallo, Versuch über die Theorie und Anwendung der medicinischen Elektricität. Leipzig 1792.
v. Troostwyk, Krayenhof und Deinmann, von den guten Wirkungen der Elektricität in Krankheiten, von Kühn. Leipzig 1793.

Magnetismus.

434. Schon Plato und Plinius kannten an dem Eisenerze, was wir Magneteisenstein natürlichen Magnet, natürliches Eisenoxydooxydul

nennen, die merkwürdige Eigenschaft, Eisenmetall aus der Ferne anzuziehen. Ueberdieß zieht es Eisenoxydul, Nikel und Kobalt an, auch selbst seines Gleichen, und stößt es unter Umständen ab, theilt auch jenen Metallen diese Eigenschaft oder die magnetische Kraft mit.

435. Jeder Magnet zeigt selbige gewöhnlich in zwei sich gegenüberstehenden Stellen oder an seinen Polen am stärksten. Man ersieht das aus der stärkern Anziehung der Eisenfeile an ihnen. Die gerade Linie, welche beide Pole verbindet ist seine magnetische Axe. Magnete mit mehr als zwei Polen sind anomalische. Hat der Magnet die Gestalt eines Parallelepipeds und seine Pole an den schmälern Seiten, so ist er ein longitudinaler, sind sie an den breitern Seiten, ein Transversalmagnet.

436. Ein frei beweglicher, z. E. auf Quecksilber schwimmender Magnet zeigt magnetische Polarität, indem er stets einen Pol nach Süden (den Südpol der Deutschen, polus australis = — M) den andern nach Norden, (Nordpol der Deutschen, polus borealis = + M) stellt.

437. Jene magnetische Axe als senkrechte Ebene gedacht gibt den magnetischen Meridian. Er ist von dem astronomischen Meridian zu unterscheiden, mit dem er gewöhnlich einen Winkel macht, welcher als Abweichung, declinatio, des Magnets bekannt ist. Ist der Magnet im Schwerpunkte auf einer Spitze unterstützt, auf welcher er sich frei dreht, so zeigt er

auf der nördlichen Erdhälfte ein Niedersenken seines Nordpoles, dessen Winkelgröße die **Neigung**, inclinatio, ist. Der **magnetische Aequator** ist eine Ebene, welche den magnetischen Meridian senkrecht durchschneidet.

438. Der Südpol eines Magnets stößt den gleichnamigen Pol eines andern beweglichen ab, (ist retractorisch gegen ihn), zieht aber den Nordpol desselben an, (ist gegen ihn attractorisch). Die Pole verhalten sich also wie die $\pm$ EE; **gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.** Jene heißen **feindliche** Pole, inimici, diese **freundliche**, amici. Auf der Anziehung und Abstoßung freundlicher und feindlicher Pole beruhen viele magnetische Spielwerke; der magnetische Schwan, Wahrsager, Maler. Hiernach bestimmen sich die Stellungen, in welche zwei bewegliche Magnete sich gegenseitig versetzen. Es gründet sich darauf die Prüfung des Magnetism irgend eines Körpers durch einen Magnet.

439. So weit der Magnet Anziehung und Abstoßung äußert, erstreckt sich seine **magnetische Atmosphäre** oder sein **Wirkungskreis**. Wie jede Anziehung und Abstoßung steht auch die anziehende Kraft des Magnets im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung. Die Wirkung wird durch dazwischengelegte, nicht anziehbare Körper nicht verändert. Eisenfeile, die auf einem zinnernen Teller liegt, folgt dem Magnet, der unter dem Teller bewegt

wird. Wird ein eisernes Lineal, gleich einer Scheidewand, zwischen eine Magnetnadel und einen Magnet gestellt, so schwächt es die Wirkung; nach der Länge zwischen beide gestellt verstärkt es die Anziehung.

440. Es hat sich ergeben, daß die Kraft eines natürlichen Magnets dadurch ansehnlich verstärkt wird, daß man seine Pole glatt abschleift und sie mit dünnen eisernen Platten belegt (armirt), die sich in einen hervorstehenden dickern Fuß endigen. Diese Füße oder künstlichen Pole ziehen jetzt mittelst des Ankers (Backe) weit mehr als der unbelegte Magnet, sie vereinigen gleichsam die ganze Kraft der Pole in ihrem kleinern Raum. Jeder, besonders der armirte Magnet wird ebenfalls dadurch bis zu einem gewissen Grade verstärkt, daß man ihm täglich mehr zu tragen gibt. Plötzliches Abreißen des Ankers schwächt ihn.

441. Eisen und Stahl, eben so Kobaltmetall und Nickelmetall, können durch Mittheilung selbst zu Magneten (attractorisch und retractorisch) werden, wenn sie mit einem Magnet in Berührung kommen. Bei dieser Mittheilung zeigt dasjenige Ende eines Eisenstabes, welches sich in dem Wirkungskreise des Nordpols, oder an ihm selbst befand, den entgegengesetzten — M, während das andere Ende + M annimmt. Die Mittheilung läßt sich daher auf das Gesetz der Vertheilung zurückführen, d. i. alle anziehbare Körper enthalten magnetisches Fluidum = F, wie die elektrischen elektrisches F, und es läßt sich das-

selbe in + und — M zerlegen. Innerhalb der Wirkungssphäre geschieht diese magnetische Vertheilung stets und so, daß die ungleichnamigen Pole sich zu einander kehren, sich daher anziehen. Sonach wird Eisen, so lange es in jener Sphäre sich befindet, selbst Polarität haben, sie aber durch die Entfernung daraus wieder verlieren. Nicht anziehbare Dinge lassen die Vertheilung nicht zu, daß aber jeder dennoch magnetisches F enthalte, scheint nach Coulomb, Arago, Hansteen, Barlow außer Zweifel, da Kreide, Holz, Knochen, Glas, Wasser, Kupfer ꝛc. Spuren von Magnetism zeigen. Selbst die Erde erscheint uns dann als ein großer Magnet, und diese Voraussetzung dient nicht nur die mehrsten hieher gehörigen Erscheinungen zu erklären, sondern steht auch mit keiner Erfahrung im Widerspruche.

442. Wird diese Vertheilung durch längere Einwirkung eines Magnets auf anziehbare Körper dauernd, so macht sie dieselben zu bleibenden, künstlichen Magneten. Jedes vom Magnet lange Zeit angezogene Metallstück ist selbst Magnet. Schneller wird es das durch Bestreichen mit einem starken Magnete. Die üblichen Methoden dabei sind der einfache Strich, der doppelte und der Kreisstrich. Beim einfachen Striche setzt man den einen Pol des Magnets auf die Mitte des zu magnetisirenden Stabes, führt ihn nach dem einen Ende zu, hebt ihn da ab und wiederholt dieß mehreremale; man streicht hierauf die andere Hälfte des Stabes mit dem zweiten Pole ebenfalls von der

Mitte aus, vermeidet jedoch alles Streichen in entgegengesetzter Richtung. Dadurch wird das mit dem Nordpole geriebene Ende zum freundschaftlichen Südpole, das mit dem Südpole geriebene zum Nordpole. Der hierdurch erlangte Magnet wirkt nie stark, auch oft, wenn einige Ungleichheit im Streichen Statt findet, selbst unregelmäßig. Transversalmagnete aus breiten dünnen Stahlplatten werden durch einfachen Streich magnetisirt, so daß die einzelnen Pole längs von der Mitte aus nach den langen Seiten geführt werden.

443. Beim Doppelstrich setzt man den armirten Magnet (am besten einen künstlichen, sehr starken, dessen ± Pole nicht über einen Zoll von einander abstehen und sich unter einem Winkel von etwa 15° zusammenneigen), mit beiden Polen zugleich auf die Mitte des Stabes, der im magnetischen Meridiane auf eiserner Unterlage liegt, und streicht denselben nach seiner ganzen Länge 20 bis 30 Male von einem Ende bis zum andern hin und zurück und hebt beim Aufhören den Magnet wieder von der Mitte des Stabes ab; eben so behandelt man ihn auf den andern Flächen ohne die Pole zu verkehren. Hier wird ebenfalls dasjenige Ende zum Südpol, dem sich der Nordpol des streichenden am nächsten befand und umgekehrt. Der Doppelstrich magnetisirt stärker als jener.

444. Der Kreisstrich wird so ausgeführt, daß vier Stäbe in ein Rechteck gelegt werden,

auf welchen zwei Magnete nicht weit von einander mit ungleichnamigen Polen mehrere Male ringsherum zu führen sind.

445. Einfache künstliche Magnete sind Magnetstäbe; sehr dünne im Schwerpunkte und auf Spitzen frei bewegliche heißen Magnetnadeln; in runde mit Kreiseintheilung versehene Büchsen eingeschlossene geben Boussolen, Compasse. Andere sind Hufeisenförmig gebogen, deren Pole durch Anker verbunden werden. Kugelige Magnete aus Eisenfeile und Oel, gleichsam die Erde im Kleinen darstellend, heißen Terellen. Es lassen sich aber durch Vereinigung mehrerer nach Mitchell, Canton und Antheaulme künstliche Magnete von großer Stärke verfertigen. Man bereitet sie aus Stahlstäben (von 6″ Länge, $\frac{1}{2}$″ Breite, 1‴ Dicke), die glashart und geschliffen sind und deren Nordpol durch einen Feilstrich bezeichnet ist. Diese Stäbe magnetisirt man durch den Doppelstrich und legt sie in zwei Bündel, so daß die gleichnamigen Pole in jedem nach derselben Seite zu liegen; darauf vereinigt man beide Bündel unter obigen Winkel durch Bänder von Messing und Schrauben dergestalt, daß ein fast Zoll dicker Holzstab sich zwischen ihnen befindet und der + Pol des einen Bündels mit dem — Pole des zweiten eine Richtung hat. Mittelst dieser Verbindung werden durch den Doppelstrich abermals zwei ähnliche Stäbe magnetisirt, die horizontal parallel liegen, aber durch kürzere Stäbe zu einem Rechteck vereinigt sind, nachher jenen Bündeln einverleibt und durch zwei neue er-

setzt u. s. f. Vereinigungen der Art sind magnetische Magazine. Steinhäuser schreibt vor: den Stab mit den Stellen, wo er die Pole bekommen soll, an die des Magazins anzulegen und mit einem zweiten Magnet, gleichviel wie, zu streichen, ihn nachher jedoch mit einem ihm ähnlich gestalteten Eisenstücke zu verbinden. Knights Methode, durch welche er sich sehr starke Magazine bereitete, blieb unbekannt.

446. Während dieses Streichens geht nach Brugmanns Folgendes vor sich. Es sey Fig. 101. A B ein Stab von Eisen oder Stahl, den man in A mit dem + Pole eines starken Magnets berührt; sogleich zeigt er in A — M, in B aber + M. Streicht man nach B zu, so nimmt — M in A fortwährend ab und verschwindet, wenn der + Pol des Magnets in D ist, gänzlich; dagegen verstärkt sich verhältnißmäßig in dieser Zeit + M in B. Bei der Annäherung des Magnets an C fängt A an + M zu zeigen und der + M in B nimmt ab; ist der Magnet in C angekommen, so haben A und B gleichstarken + M, C aber hat — M. Wird der Magnet jetzt entfernt, so behält der Stab in A und B den gleichnamigen + M und seine Mitte C zeigt — M. Fährt man fort nach B zu streichen, so nimmt + M in B ab, bis man in E ankommt, wo dann B ganz indifferent wird; streicht man noch weiter, so zeigt B — M und nimmt darin immerwährend zu, bis der Magnet in B angelangt ist. Hebt man den Magnet hier ab, so hat A + M, B hingegen — M. D und

E heißen Indifferenzpunkte, sie sind rücksichtlich ihrer Entfernung von C veränderlich.

447. Nach van Swinden ist überdieß ein ebenfalls veränderlicher, jedoch mit dem Indifferenzpunkte ziemlich zusammenfallender Punkt zu bemerken, den er den culminirenden nennt. Ist man beim Streichen bis zu ihm gekommen und hebt den Magnet ab, so erhält das unbestrichne Ende die größte magnetische Kraft, während sie abnimmt, wenn man früher aufhört oder weiter streicht.

448. Andere Arten Eisen und Stahl zu magnetisiren bestehen in Schlagen, Klopfen, Winden, sie erfolgen nach Pönitz und Scoresby unter folgenden Bedingungen: Ein rothglühender Eisenstab lothrecht im Wasser abgelöscht, erhält an dem obern Ende — M am untern + M. Jeder Eisenstab, wenn er nur nicht im magnetischen Aequator liegt, wird durch Schlagen, Klopfen, Biegen, Feilen magnetisch, daher Wagebalken, Meissel, Bohrer, Feilen leicht Magnetism zeigen. Ein Drath wird schon magnetisch durch das Anfassen mit einer Zange, deren Richtung nicht im magnetischen Aequator liegt, auch er hat oben — M unten + M. Am stärksten wenn er selbst, nicht aber die Zange im Aequator steht und er geschlagen oder gewunden wird. Ein Eisenstab lothrecht auf einem andern ebensolchen gestützt, erlangt durch Hammerschläge von oben sehr starken Magnetismus. Unter diesen Umständen nimmt heißes Eisen mehr $\pm$ M an als kaltes. Nach

Grotthuß wird jeder Eisenstab magnetisch, der in der Richtung des Meridians mit einem Ende auf die Erde gestoßen wird. Es zeigt jedes Eisen sogleich Magnetismus, wenn es im magnetischen Meridiane mit der bekannten Inclination verweilt. — Gilberts Annalen 1821. St. 3 und 7.

449. Jeder Magnet wird geschwächt oder verliert seinen Magnetism ganz durchs Glühen; durch Streichen in einer Richtung, die der entgegengesetzt ist, wodurch er magnetisch wurde; durch Berührung seines Poles mit dem gleichnamigen eines stärkern Magnets. Dergleichen lang andauernde Berührung ertheilt dem Pole sogar entgegengesetzten Magnetism oder kehrt die Pole um. Daher zwei bewegliche Magnete durch gegenseitige Wirkung sich wie oben gesagt stellen, unbewegliche aber ihren Magnetism entweder gegenseitig schwächen oder vernichten.

450. Angewendet werden Magnetnadeln als Wegweiser für Reisende auf der See, und in Wüsten, bei Messungen über und unter der Erde, um Meßtischen und Sonnenuhren stets dieselbe Stellung zu geben u. s. w. Kater hält eine Nadel von rhombischer Gestalt, Fig. 102., von 2 Zoll Breite und 5 Zoll Länge für die bequemste. Er bereitet sie aus Uhrfederstahl, härtet sie beim Rothglühen und läßt sie von der Mitte bis zu einem Zoll vom Ende so anlaufen, daß ihre blaue Farbe wieder verschwindet. Andere geben zwei parallel zusammengefügten Magnetstäben den Vorzug. — Da auf Schiffen alles nahe Eisenwerk störend auf solche Nadeln wirkt, suchte Barlow

diesem Uebelstande durch eine unter dem Compas angebrachte neutralisirende Eisenplatte glücklich abzuhelfen.

451. Compasse haben, um die Abweichung zu messen, Nadeln, die sich um ihre lothrechte Axe drehen (Abweichungsnadeln). Inclinationsnadeln dagegen drehen sich um ihre wagerechte Axe. Kann sich eine Nadel nur im magnetischen Aequator bewegen, was sich z. E. durch unbiegsame Axen erreichen läßt, so ist sie astatisch; doch kann auch die Nadel astatisch heißen, welche bei jeder Abweichung vom magnetischen Meridiane in Ruhe bleibt, und aus zwei Magnetstäben besteht, die fest vereinigt ihre freundlichen Pole in einerlei Richtung haben. Fig. 103.

Besondere Wirksamkeit des Magnets.

452. Coulomb fand, daß Magnetstäbe 4 — 5 Linien von den Enden nach der Mitte zu am stärksten, aber einige Linien weiter nur noch sehr unbedeutend wirkten. Dabei verhielten sich gleichstarke Stäbe über 7 Zoll alle einander gleich; ihr Magnetismus steht daher nicht mit ihrer Länge, sondern mit ihrem Material und ihrer Dicke im Verhältniß. Man sieht sonach den längern Magnetstab für möglichst magnetisirt an, sobald er eben so stark wirkt als der gleichdicke kürzere. — Jeder Massentheil eines Magnets ist wieder Magnet, nur in der Stärke von dem großen verschieden. — Eisen, Nickel, Kobolt, nehmen durch das Magnetisiren nicht an absolutem Gewichte zu.

453. Das Gesetz, daß die Größe der magne-

tischen Anziehung im verkehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung stehe, fand Coulomb durch Versuche mit seiner magnetischen Drehwage, welche seinem Elektrometer, Fig. 92., in der Hauptsache gleicht. Der horizontale am feinen Drathe aufgehangene Hebel bc und die davor befindliche Kugel d bestehen aus Magneten. Der letztere kommt so an die Seite des erstern, daß seine Axe senkrecht auf dem magnetischen Meridiane steht und den Magnethebel horizontal abzulenken strebt. Man untersucht die Größe der Ablenkung, wenn der Aufhängedrath ohne Windung ist, gegen diejenige bei einer Windung von gewissen Graden, um daraus ihr gegenseitiges Verhältniß zu finden. Dasselbe leistet Bidones Boussole. – Gilberts Annalen 1820. 4.

454. Betreffend die Anziehung des Magnets gegen Eisen, so wirken künstliche stärker als natürliche, armirte und hufeisenförmige ebenfalls, kleinere besser als größere. Man findet die Größe der Anziehung aus der jedesmaligen Ablenkung einer Magnetnadel, welche sie durch das gleichentfernte Eisen erleidet. Nach Barlow wirkt Schmiedeeisen stärker als Gußstahl, in abnehmender Reihe geringer: weicher Stahl, gehärteter Stahl, Gußeisen. Hier verändert die Temperatur sehr viel, denn weißglühendes Eisen thut nichts, dunkelrothglühendes zeigt sehr starke Anziehung, und dieselbe, welche ausgekühltes nur schwächer entwickelt, hellrothglühendes die entgegengesetzte. Umgekehrt zeigte Saussure durch sein Magnetometer, daß der Magnet durch

Erwärmung an Kraft verliere. Dasselbe besteht, Fig. 104., in einem zweiarmigen ungleicharmigen, an einer Axe beweglichen, in der Ruhe vertikalen Hebel, dessen kürzerer Arm sich in eine eiserne Kugel endigt. Wirkt auf diese ein Magnet, so zeigt der längere Arm am Gradbogen die Größe der Wirkung.

455. Große eiserne Kugeln wirken nach Barlow auf die Magnetnadeln in verschiedenen Lagen verschieden. Er fand, daß es in jeder Kugel zwei größeste Kreise gibt, in welchen sie gar keine Einwirkung auf die Nadel zeigen, sobald ihr Mittelpunkt in der Ebene derselben sich befindet. Jene Kreise sind der magnetische Meridian und der magnetische Aequator. Schmidt nimmt als Ursache dieser Erscheinung eine Theilung der Eisenmasse in zwei entgegengesetzt magnetischen Hälften an, welche in der Richtung des Aequators durch eine nicht magnetische Schicht getrennt sind. — Gilberts Annalen 1823. St. 1 und 7.

456. Es ist leicht einzusehen, warum durch Bewegung des Eisens in der Ebene der Ablenkung der Nadel diese vermehrt wird. Unbekannt ist bis jetzt dagegen die Ursache, warum eine schnell gedrehte Scheibe von Holz, Kupfer oder anderem Material die ruhige Nadel zur Neigung oder Ablenkung bringt, wie Arago zuerst fand. Durchbrochne Scheiben wirken nicht. Ist es Reibungselektricität? denn geriebene Körper wirken lebhaft auf die Nadel.

Die Erde als Magnet.

457. Die Richtigkeit obiger Voraussetzung, es

sey die Erde ein großer Magnet, ergibt sich aus ihrem Einflusse auf jeden kleinen auf ihr befindlichen. Indem man sich sonach an ihr einen Nordpol und einen Südpol in dem magnetischen Meridiane liegend denkt, leitet man davon ab den Magnetismus der in ihr befindlichen Eisenerzlager, den des Serpentinfelsens im Fichtelgebirge u. a.; das Magnetischwerden der genannten Metalle, sobald sie mit dem magnetischen Meridiane der Erde in ein gewisses Verhältniß kommen; ferner die von selbst erfolgende Stellung jedes kleinen Magneten von Süd nach Nord, wozu er durch die Anziehung der stärkern Erdpole gezwungen wird. Stehen aber in solcher Beziehung nur ungleichnamige Pole sich gegenüber, so muß der von den Deutschen an der Nadel mit Nordpol bezeichnete gegen die Erde Südpol seyn, umgekehrt der andere Nordpol heißen, wie es die französischen Physiker bereits als richtiger anerkannten.

458. Sonach läßt sich die Richtung des Erdmagnetism aus der Richtung jedes frei auf ihr beweglichen Magnets finden. In derselben ist zugleich Abweichung und Neigung innbegriffen, die hier nicht übersehen werden dürfen. Sie können mit besonders eingerichteten Compassen durch die Schwingungszahlen der Nadel in bestimmten Zeiten nach dem Gesetz der Pendelbewegung gefunden werden, wobei die Nadel stets im magnetischen Meridiane aufgestellt werden muß. Bei den Pendeln war nämlich Schwere die bewegende Ursache, bei der Magnetnadel ist es der

Erdmagnetism. Die Größen beiderseitiger Kräfte verhalten sich verkehrt wie die zweiten Potenzen der Schwingungszahlen $N^2 : n^2$. Es verhält sich demnach die Stärke des Erdmagnetismus an dem Orte A zu dem des Ortes B wie $N^2 : n^2$. Es fand unter andern v. Humbold die Inclination zu Paris A in der Zeit t = 10 Minuten = 245; in Peru B = 211. Daher

$$A : B = 211^2 : 245^2 \text{ fast wie } 9 : 10.$$

459. Ueberhaupt zeigen Beobachtungen, daß die magnetische Kraft der Erde von dem Aequator nach den Polen zu wächst, sich auch mit den Jahres- und Tageszeiten ändert, jedoch in bedeutender Erhebung von der Erdfläche keine merkliche Abnahme zeigt. Sie scheint im Wintersolstitium am größesten, im Sommersolstitium am kleinsten zu seyn.

460. Den bis jetzt vorzüglich durch Hansteen gesammelten Beobachtungen von Cook, Fourneaux, Tasmann, Narborough rc. zu Folge, finden sich auf der nördlichen Hälfte der Erde vier Linien, wo keine Abweichung Statt findet, dagegen auf der südlichen zwei. Die nördlichen sind folgendergestalt vertheilt 1) an den Westküsten der Hudsonsbai; 2) an den Grenzen des europäischen und asiatischen Rußlands; 3) ein wenig östlich von Irkutsk; 4) zwischen Jesso und Kamtschatka. Zwischen 1 und 2, also in Europa ist die Abweichung westlich, zwischen 2 und 3 östlich, zwischen 3 und 4 westlich, endlich zwischen 4 und 1 östlich, also abwechselnd östliche

mit westlicher. Auf der südlichen Erdhälfte 60° Abstand vom Aequator findet nur östliche Abweichung Statt: 1) zwischen 163° Länge v. Ferro und 260° L. 2) zwischen 261° L. und 8 Länge, und es finden sich daselbst nur zwei Linien ohne Abweichung. — Sonach hätte die Erde wenigstens zwei nördliche und eben so viele südliche magnetische Pole, die den astronomischen Meridian unter Winkeln schneiden und die Grenzen ihrer Wirkungssphären durch jene Linien ohne Abweichung bezeichnen.

461. Eine Linie ohne Abweichung ging 1657 über London, 1666 durch Paris, woraus eine stetige Aenderung, ein Fortrücken derselben sich ergibt. Nach Hansteen ist diese Bewegung im Norden östlich, im Süden westlich, für jede Linie mit verschiedener Geschwindigkeit.

Nach Gilpin wurde die Abweichung zu London gefunden im Jahre

1580	11°	15′	östl.	Burrow,
1622	6°	0.	:	Gunter,
1634	4°	6′	:	Gellibrand,
1657	0.	0.	:	Bond,
1665	1°	12′	westl.	Gellibrand,
1672	2°	3°	:	Halley,
1692	6°	0′	:	:
1723	14°	17′	:	Graham,
1748	17	4′	:	:
1773	21	9′	:	Heberden,
1787	23	19′	:	Gilpin
1795	23	57′	:	:
1802	24	6′	:	:
1805	24	8′	:	:

In Paris betrug sie 1804 22° 15′ westlich, in Dresden 1815 15° 32′ westlich.

462. Den magnetischen Aequator gibt Morlet folgendermaßen an: unter 10° östl. Länge an der Westküste von Afrika berührt er den Erdäquator, weicht sodann südlich ab, am weitesten 14° 10′ bei 28° westl. L., nähert sich hierauf dem Aequator nochmals, berührt ihn bei 120° westl. L., weicht wiederum nach Süden bis 3° 13′ bei 164° westl. L., geht zurück und schneidet denselben in 186° westl. L., weicht unweit der philippinischen Inseln nördlich ab bis 8° 57′, tritt südlich zurück bis 7° 44′ unter 108° östl. L., geht abermals nördlich, erreicht im arabischen Meere ein zweites nördliches Maximum von 11° 47′ bei 61° östl. L., wird wieder südlicher, indem er durch Afrika bis zu dem oben genannten Punkte zurückgeht.

463. Außer dieser Abweichung bemerkten Canton und Cassini zugleich tägliche Abänderungen, die während der warmen Jahreszeit am stärksten seyn sollen, auch von der Frühlingsnachtgleiche an bis zum Sommersolstitium wachsen. Nach letztern wächst die tägliche Abweichung Früh um 8 Uhr bis Nachmittag 3 Uhr, worauf sie langsam bis Abend 8 Uhr abnimmt und von da 12 Stunden unmerklich ist.

464. Obige Erfahrung von Humbold zeigt, daß die Neigung an verschiedenen Orten verschieden ist. Unter dem magnetischen Aequator findet sie sich nicht, nach dem Nordpole zu sinkt der nördlich zeigende der Nadel, je näher desto mehr; C. Parry fand sie bei 74° 47′ Breite = 88° 43′ 5″. Auf der Südhälfte der Erde sinkt der

andere Pol. — Die Inclination ist in Boussolen oft ein Uebelstand, den unwirksam zu machen man sich eines Schiebers bedient, durch dessen Stellung sie aufgehoben wird.

465. Zur Erklärung des irdischen Magnetismus hat Mayer angenommen, daß die Erde in ihrem Innern einen oder zwei große rotirende Magnete besitze, die von Steinhäuser für einen daselbst sich drehenden Planeten angesehen wurden. — Die wahrscheinlichste Erklärung im §. 469.

Elektrischer Magnetismus.

466. Einen sehr auffallenden Einfluß haben elektrische Ströme auf die Magnetnadel, wie Oersteds merkwürdige Entdeckung lehrte. Beachtet man in dem Strome nur die positive Elektricität, so hat diese im Polardrathe die Richtung vom + Pole zum — Pole, in der Säule dagegen die umgekehrte. Ist sie nun

a) von Süd nach Nord parallel mit der ruhigen Magnetnadel und zugleich mit ihr in derselben lothrechten Ebene, so weicht die Nadel ab ohne Aenderung ihrer Neigung. Geht der Strom über der Nadel, so erleidet ihr Nordpol westl. Abweichung, geht er unter ihr östliche.

b) Geht der Strom in derselben nördlichen Richtung in gleicher Horizontalebene, so bewirkt er an der Nadel keine Abweichung, wohl aber Neigung. Geht er westlich neben der Nadel, so neigt er den + Pol, geht er östlich den — Pol. Horizontale Säulen thun dasselbe.

c) Geht der Strom von Nord nach Süd, so sind die Erfolge die entgegengesetzten.

Diese Wirkung der Kette oder Säule ist um so größer, je stärker ihre chemische Wirksamkeit ist, (daher trockne Säulen gar nichts thun), je größere Platten sie haben, je näher der Strom an der Nadel und mit ihr parallel geht, denn jeder Winkel, den die Richtung des Stromes mit der Nadel macht, schwächt sie. Astatische Nadeln aber werden vom Strome stets in eine auf ihn senkrechte Richtung gestellt.

467. Da nach Arago jeder Leiter, der einen elektrischen Strom führt, längs seiner Seiten rundum einem Magnete gleicht und Eisenfeile anzieht, so lassen sich jene Einwirkungen daraus erklären. So wie eine Rolle ein System von Hebeln bildet, so gilt jeder Polardrath für ein System von Transversalmagneten. Er hat nicht blos zwei Seitenpole, vielmehr ist in allen Punkten eines auf seiner Axe senkrechten Queerschnittes ein Pol, dem ein freundlicher gegenüber liegt und deren magnetische Axe der Durchmesser des Drathes oder Leiters ist und er erhält diese Polarität durch den elektrischen Strom. Der Transversalmagnet wirkt aber senkrecht auf den eben so gestellten longitudinalen, daher jeder Poldrath die Nadel senkrecht auf sich abzulenken strebt und die astatische wirklich so stellt.

468. Der Multiplicator von Schweigger verstärkt diese Einwirkung. Er besteht aus mit Seide übersponnenen (isolirten) Kupferdrath, der mehrmals in die Gestalt eines Ringes oder

Ovales zusammengewunden ist; indem sein erstes Ende mit dem + Pole, sein zweites mit dem — Pole einer Kette verbunden wird, stellt er einen nach der Zahl der Windungen vervielfältigten elektrischen Strom dar. Man stellt die Nadel in seinen innern Raum, beide in dieselbe Ebene. Sobald ein selbst schwacher Strom den Drath durchläuft, lenkt sich die Nadel ab. Es ist leicht einzusehen, daß durch ihn die magnetische Wirkung wächst nach der Summe der Drathlagen. Becquerel bediente sich dieser Vorrichtung, um schwache Ströme überhaupt und solche insbesonders bemerklich zu machen, welche vor der chemischen Vereinigung zweier sich berührender Statt haben. Empfindlicher wird er durch Zusammenstellung von mehrern Multiplicatoren, Fig. 105., neben einander, innerhalb welcher in jedem eine Nadel sich bewegt, so daß die Wirkung des Stromes durch die gegenseitige der Nadeln noch verstärkt wird. Nobili wählt dazu eine doppelte astatische Nadel, deren jede Hälfte in dem Raume des doppelten übereinander gestellten Multiplicators sich befindet. Fig. 106.

469. Magnetische Vorrichtungen der Art sind magnetische Elektrometer. Sie sind von allen bekannten die empfindlichsten und mit ihrer Hülfe haben Becquerel, Yelin, Seebeck, Oersted, Fourier, außer jenen Strömen, welche durch chemische Wirksamkeit erzeugt werden, uns noch von andern unterrichtet, die sonst übersehen seyn würden. Becquerel zeigte sie bei der Haarröhrenwirkung, in den Flammen.

Seebeck in zweien sich berührenden ungleich erwärmten Metallen. Es ist Fig. 107. a ein Prisma von Spießglanz, Wismuth, Zink o. a., b ein daran gelötheter §. 399 erwähnter kupferner Bogen, unter dessen Wölbung eine Nadel an offner Seide hängt. Wird die Grenze der Metalle erwärmt, so ergibt sich aus der Ablenkung der Nadel das Daseyn und die Richtung des Stromes, der aus Wärme entstand, daher derselbe auch mit den Temperaturunterschieden wächst. Bei Bogen von Wismuth und Kupfer geht er vom kältern Wismuthende durch das Kupfer zum wärmern u. s. f. Kupfer und Zink verhalten sich umgekehrt. Auch einzelne ungleich erwärmte Metallstücke zeigen Ströme, unabhängig von ihrem krystallischen Gefüge. Jeder Multiplicator, dessen entblößte, spiralgerollte und zusammengegebene Enden erwärmt werden, bringt die Nadel zur Abweichung. Es findet sich dadurch, daß jeder durch zwei verschiedene Metalle mittelst eines nassen Leiters erregte Strom seinen Weg ändert, wenn drei Metalle angewendet werden, z. E. dem mit dem einem Ende des Multiplicators verbundenen Zinkstücke noch ein zweites, sey es Kupfer oder Zink, zugegeben wird. — Und endlich berechtigen uns diese Vorgänge, den Magnetismus der Erde aus einem elektrischem Strome, der die Erde in der Richtung ihres magnetischen Aequators umgibt, abzuleiten.

470. Cumming stellt in solcher Beziehung die Metalle in folgende Reihe, wo das früher

genannte stets positiv gegen die folgenden wird, jedes spätere negativ gegen die frühern, um so stärker, je weiter sie in der Reihe aus einander stehen: Bleiglanz, Wismuth, Platina, Palladium, Zinn, Blei, Messing, Rhodium, Gold, Kupfer, Iridium, Silber, Zink, Eisen, Arsenik, Spiesglanz.

471. Ist die Voraussetzung, daß der Strom selbst Magnet sey, richtig, so muß ein fixirter Magnet umgekehrt eine bewegliche elektrische, geschlossene Kette ablenken, oder eine solche muß durch die Erde ebenfalls, wie jede Nadel, afficirt werden. Raschig's bewegliche Kette besteht aus einem Metallbecher mit Säure gefüllt; der eine durchlöcherte Korkscheibe verschließt, durch die ein Zinkstab in die Säure reicht. Vom Zink zum Becher geht der Drath des Multiplicators, der aber um einen Federkiel spiralförmig und am öftersten um seine Enden gewunden ist, das Ganze ist an Seide im Schwerpunkte aufgehangen. La Rive's Apparat ist ähnlich, nur auf dem nassen Leiter schwimmend, daher umständlicher. Auf Raschig's Kette zeigt ein genäherter Magnet deutliche retractorische Wirkungen.

472. Ist eine solche Kette um ihre vertikale Achse beweglich, so richtet der Erdmagnetismus sie so, daß die Richtung des Stromes auf den magnetischen Meridian senkrecht steht. Bewegt sie sich um eine horizontale Achse — die hier an den Spitzen des Federkieles sich leicht anbringen läßt — so stellt sie die Richtungsebene ihres Stromes senkrecht auf den magnetischen Aequator.

473. Nach Ampere verhalten sich ferner zwei bewegliche Polardräthe oder ein fixer gegen einen beweglichen wie zwei eben solche Magnete, die mit gleich gerichtetem Strome ziehen sich an, die mit ungleich gerichtetem stoßen sich ab.

474. Zur Beurtheilung der Gleichheit des elektrischen Stromes mit dem Magnetism gehört die Erfahrung, daß Eisenstangen durch Gewitterschläge magnetisch werden. Yelin legte in einen spiralförmig zusammengewickelten Drath einen Stahlstab und machte ihn dadurch magnetisch, daß er Funken von Maschinenelektricität durch die Spirale gehen ließ. Es wirkt nämlich der Leiter hier um so kräftiger, je rechtwinkliger er auf dem zu magnetisirenden Stabe steht. Der spirale bewegt sich zwar in der Diagonale, wovon eine Richtung senkrecht und wirksam, die zweite parallel mit dem Stabe und unwirksam gedacht wird. Arago und Davy magnetisirten gleichergestalt mittelst elektrischer Säulen. In einer rechts gewundenen Schraube wird das Ende des innen elektrisirten Stabes Nordpol, was dem negativen Pole am nächsten steht; in der links gewundenen ist es umgekehrt.

475. Nach Faraday umkreist ein beweglicher vertikaler Polardrath fortwährend den Magnet in einer Richtung, die abhängig ist von der Natur des magnetischen Poles und der Richtung des elektrischen Stromes. Man erklärt sich das ebenfalls so, daß man an dem Polardrathe, als einem Systeme von Transversalmagneten, in allen Punkten Pole annimmt, deren freundliche den

Magnet anziehen, feindliche in einem Winkel auf jene ihn abstoßen, woraus eine Diagonale erwächst, die in jeder Zeit sich ändert und zu einem Kreise bildet. Zu dem Ende wird in eine weite Glasröhre von unten ein starker mit einem Magnete verbundener Eisendrath eingeführt und am Boden mit Quecksilber umschüttet, während von der obern mit Kork verschlossenen Oeffnung herein ein Drath mit einem Oehr einen zweiten hakig eingehangenen, leicht beweglichen hält, welcher an der bis ins Quecksilber tauchenden Spitze ein Glaskügelchen trägt. Jenes Quecksilber muß mit einem Pole der Säule verbunden seyn, dieser geöhrte Drath mit dem zweiten, wodurch das Umkreisen des beweglichen Drathes für die Dauer der Säulenwirkung zu Stande kömmt, aber in seiner Richtung von dem Verhältnisse der Pole des Magnets zur Säule abhängt.

476. Sehr einfach ist von mehrern dergleichen Vorrichtungen folgende: Man befestigt einen weiten Hufeisenmagnet, Fig. 108., auf einem Fuße a, bringe auf jede Mitte der Flächen seiner beiden Enden eine kleine Vertiefung an, in welche die Spitze b des doppelten kupfernen Cylinders c zu stehen kommt. Dieser enthält in dem Raume d d zwischen seiner äußern und innern Wand eine saure Flüssigkeit, in welche ein einfacher Cylinder von Zinkblech e so eingehenkt ist, daß er das Kupfer nirgends berührt, aber auf dem Queerbande über b mittelst seiner Spitze f sich frei dreht. Dieses Drehen geht so lange vor sich, als der saure Leiter wirkt, es verändert seine Richtung,

sobald der Apparat von dem einen Pole des Magnets entfernt, auf den zweiten übergetragen wird, oder statt des äußern kupfernen Gefäßes Zink, statt des innern ein kupfernes angewendet wird.

Magnetismus durch Licht.

477. Morichini in Rom, Babini in Florenz fanden, daß eine Nadel, wenn sie dauernd im violetten Felde des prismatischen Sonnenbildes verweilte, schnell magnetisch werde. Die Sache hat ihre Richtigkeit, es zeigt sogar eine nicht lange Zeit im Sonnenlichte aufgehangene Nähnadel schon Magnetism.

Brugmanns philosophische Versuche über die magnetische Materie, übersetzt aus dem Lateinischen. Leipzig 1784.

Recueil de memoires sur l'analogie de l'electricité et du Magnetisme. p. J. H. van Swinden. Haye 1784.

Branders Beschreibung eines magnetischen Declinatorii und Inclinatorii ꝛc. Augsburg 1799.

Mayer, Beschreibung eines neuen Inclinationscompasses in Gilb. Ann. 1814. St. 11.

Barlow, Journal of Sciences. 1824. In Gilb. Ann. 1823. 1, 3, 7.

Ampere in Gilberts Annalen 1821. St. 2. u. a.

Hansteens Untersuchung über den Magnetismus der Erde. Christiania 1819. — Schweigg. Journ. 1825. B. 25.

Steinhäuser in Gilb. Annal. 1820. 7.

Mollweide ebend. 1808. 5.

Humbold und Gay Lussac ebend. 1805. 5 u. 7.
Exposé des nouvelles decouvertes sur l'électricité et le magnetisme por M. Ampère. Paris 1822.

Darstellung der neuen Entdeckungen über die Elektricität und den Magnetismus durch Ampere und Babinet. Leipzig 1822.

Umrisse zu den physischen Verhältnissen des elektro chemischen Magnetismus, von Ermann. Berlin 1821.

v. Yelin, der Thermomagnetismus der Metalle. München 1823, und dessen neue elektro-magnetische Versuche. Ebend. Becquerel in Schweigg. Journal 1825. 54 B. 2. Heft.

478. Blicken wir auf die Erfahrungen zurück, wodurch wir inne wurden

1) daß Wärme sich in Licht oder Feuer, Licht sich in Wärme umwandeln;
2) Wärme elektrische Ströme geben;
3) Elektricität sich in Wärme, Licht, Feuer;
4) sogar als Strom Magnetismus entwickeln könne;
5) daß auch dieser aus Licht geradezu hervorgehen kann,

so wird der Schluß wohl sehr begründet erscheinen: daß alle jene nur verschiedenen imponderabeln Erscheinungen aus einer und derselben Ursache abzuleiten seyn müssen. Wir haben diese bisher der Schule gemäß als elektrisches Fluidum, magnetisches Fluidum, gebundene Wärme, gebundenes Licht oder Aether, Aráotikon abgesondert betrachtet, werden sie aber künftig nur für Eine

und dieselbe halten müssen und ihre verschiedenen Erscheinungen von ihrer verschiedenen Ruhe, Bewegung, Vertheilung, Capacität der Träger, den Hindernissen ihrer Bewegung und endlich von der Geschwindigkeit derselben abzuleiten haben.

Anhang.

Tafel I.

Längen = Maaße.

(zu §. 18.)

Das Meter oder der zehnmillionste Theil eines Quadranten vom Erdmeridian hat

10 Decimeter, 100 Centimeter oder = = =	1000 Millimeter
1 Dekameter hält 10 Meter	10000 =
1 Hektometer = 10 Dekameter = 100 Meter =	100000 =
1 Kilometer = 10 Hektometer = 1000 Meter =	1000000 =
1 Myriameter = 10 Kilometer = 10000 Meter =	10000000 =

1 Grad = 10 Myriam. od. 15 geograph. Meilen.
Quadrant = 100 Graden.
1 Klafter (Toise) von 6 Fuß oder 3 Ellen.
1 Elle = 2 Fuß.
1 Fuß = 12 Zoll Duodecimal } Maaß.
1 = = 10 = Decimal }
1 Zoll = 12 Linien.
1 Linie = 10 Skrupel oder 12 Wiener Punkte.
Amsterdamer Fuß häl 383,1066 Millimeter

Amsterdamer Elle hält	690,2838	Millimeter
Augsburger Fuß hält .	296,1904	
= große Elle .	609,5250	=
= kleine Elle .	592,3808	=
Baier. Fuß	291,8593	=
= Elle	835,0180	=
Brüssel. Fuß hält . .	291,0020	=
= große Elle hält	694,3443	=
= kleine Elle = .	684,4188	=
Cöllnischer Fuß hält .	275,2112	=
= große Elle hält	649,7955	=
= kleine Elle =	574,1087	=
Dresdner Fuß hält .	283,1066	=
= Elle = .	566,2132	=
Engländ. Londner Fuß hält	304,7625	=
= = Yard =	914,2875	=
Florent. Braccio da terra	550,6371	=
= = da lana	582,1057	=
Frankfurt a. M. Fuß hält	286,4903	=
= = = Elle =	539,5945	=
Franz. Fuß Duodecimal h	324,8394	=
= Elle hält . .	1188,4460	=
= Toise = ...	1949,0360	=
Leipziger Fuß hält . .	282,6555	=
= Elle = . .	565,3110	=
Nürnberger Fuß hält .	303,8604	=
= Artill. F. hält	292,8701	=
= Elle hält .	659,6048	=
Mährische Elle hält .	790,6682	=
Rheinländ. Fuß oder brandenb. hält	313,8536	=
Röm. Palmo gemein hält	250,1715	=

Röm. Architectur Palmo h.	223,3282	Millimeter
Altröm. F. n. Cagnazzi h.	294,5000*)	=
= Canna hält .	2001,3720	=
Rußländ. Fuß = .	538,2409	=
= Arschin hält.	711,4887	=
= Werschock hält	44,4240	=
Schlesische Elle hält .	579,0104	=
Schwedischer Fuß hält	296,8672	=
= Elle =	593,7344	=
Triester Elle z. Seide hält	642,1444	=
= = = Wolle =	676,7489	=
Tyroler Elle hält . .	804,1356	=
Ungarische Ofner Elle hält	587,5740	=
= Presb. Elle =	558.6360	=
Venedig. Fuß hält . .	347,7588	=
= Elle = . .	636,8207	=
Wiener Fuß zu 12 Zoll hält	316,1023	=
= Elle hält . .	779,9224	=
= Klafter v. 6 Fuß h.	1896,6140	=
Meil. böhm. gehen auf 1 Grad	16,12 od. 10	Myriam.
= alte deutsche germ. Rasta	25,00	=
= geograph. od. geometr.	15,00	=
= neue kl. v. 20000 rhl. F.	17,74	=
= franz. Lieue . . .	25,00	=
= = alte o. gallisch. Leuka	50,40	=
= = kleine . . .	28,58	=
= = Seemeilen . .	20,00	=
= großbritanische alte	47,60	=
= = Leagues .	20,00	=
= = Seemeilen .	60,00	=

*) Mittel aus 6 im Herkulan gefundenen Maaßstäben.

Meilen großbritt. neue engl. zu 1760 Yards.	69,12	od. 10 Myriam.
„ „ Londner zu 1666⅔ Yard .	73,00	„
„ hamburger v. 24000 rheinl. Fuß .	14,79	„
„ italienische . . .	60,00	„
„ niederländ. Seemeil. gehen auf 1 Grad	20,00	„
„ „ Stundengehens	19,67	„
„ polnische	20,00	„
„ preuß. v. 1800 danzig. Ruth. = 24700 rheinl. Fuß . .	14,37	„
„ röm. v. 8 olymp. Stad.	75,50	„
„ russ. neue von 1500 Arschin. . . .	104,30	„
„ sächsische von 16000 dresdner Ellen .	12,29	„
„ schwedische v. 18000 schwed. Ellen .	12,00	„
„ ungarische . . .	13,33	„
„ wiener Postmeile von 4000 W. Klftrn.	13,18	„
Parasanga ägyptische oder klein Schönus d. Delta v. 30 Stad.	20,13	„
„ armenische, persische v. 40 Stadien	15,10	„

Tafel II.

Flächenmaaß.

Die Are von 100 Quadrat-Meter oder 26,32449 □ Toisen hält 10 Deciaren, 100 Centiaren, 1 Centiare zu 10,0796 rheinl. od. 10,0079 wiener, 9,47682 pariser □ Fuß 10000 □ Centim.

Die Dekare zu 10 Ares,
Hektare = 10 Dekares,
Kilare = 10 Hektares,
Myriare = 10 Kilares,

Wiener Quadratklafter .	35971,45	=
= Quadratfuß . .	999,207	=
= Joch v. 1600 □ K.	57554320,000	=
Dresd. Quadratklaft.	28853,764	=
= Quadratfuß . .	801,493	=

Tafel III.

Körper- oder Kubikmaaß.

Das Stere von 29,17385 par. Kubikfuß = 1000000 Kub. Centim. enthält 10 Decistere. 10 Stere setzen ein Dekastere zusammen von nahe 316,6 Wiener Kubißfuß = 1,4657 W. K. Klftrn.

Das Liter ist ein Kubikdecimeter von 1000 K. Centimetern,
oder 50,41267 paris. Duod. Kub. Zollen,
oder 54,70847 Wiener Duod. K. Zoll oder 2,826824 W. Seitel.
Es hält 10 Deciliters,

1 Dekaliter von 10 Litres	= 504,1267 par. K. Z.	
1 Hektolitre = 10 Dekal.	= 5041,267	=
1 Kilolitre = 10 Hektol.	= 50412,67	=

Die Kubikklafter oder K. Toise von 216 K. Fußen, zu 1728 Kub. Zollen, zu 1728 Kub. Linien,

1 paris. Kub. Fuß = 2985984 p. K. Lin. = 34278,336 K. Cent.
1 " " Zoll = 19,837 "
1 engl. Kubikf. = 2465278 p. Kub. Lin. = 28315,873 K. Cent.
1 " Kubikzoll . = 16,3865 "
1 " Kubiklinie . = 0,0094832 "
1 rheinländer oder brandenburger Kub. Fuß = 2693161 p. K. L. = 30916,806 K. Cent.
1 rheinl. Kub. Zoll = 17,891 "
1 par. Kubikf. = 1,2105 engl. od. 1,108728 rheinl.
1 rheinl. Kubikf. = 0,9019 par. oder 1,091 engl.
1 engl. Kubikf. = 0,8261 par. oder 0,9162 rheinl.
100 Kub. Centimeter = 5,0412 par. K. Zoll = 6,1028 engl. K. Zoll.

Tafel IV.

Hohlmaaß.

Das Litre ist ein Kubikdecimeter von 1000 Kub. Centimeter oder 50.41267 par. Duod. Kub. Zollen von 55,8939387 rheinl. oder 54,70847 wiener oder 2,826824 W. Seitel,

es hält 10 Decilitres . . = 10 Decil.
1 Dekalitre von 10 Litres = 504,1267 par. Kz. = 100 "

1 Hektolitre von 10 Dekal. =	1000	Decil.
1 Kilolitre von 10 Hektolitres = 1 Stere =	10000	„
Amsterdam. Getränkmaaß, 1 Ahm hat 4 Anker, 21 Viertel, 64 Stoopen, 256 Pinten =	1528,394	„
Fruchtm. der Sack 3 Scheepels, 12 Vierdevats, 96 Kops =	810,713	„
Augsburg. Getränkm. 1 Fuder v. 8 Jez, 768 Maaß u. 1536 Seitel. 1 Maaß . . .	14,28219	„
Fruchtm. 1 Schaff von 8 Metzen, 32 Vierling, 128 Viertel, 512 Mäßel. 1 Schaff =	2052,669	„
Bayern, 1 Schaff v. 6 Metzen =	2228,416	„
Getränkm. 1 Eimer v. 64 Maaß. 1 Maaß . =	10,6901	„
Berlin, Getränkm. 1 Fuder von 4 Orthof, 6 Ohm, 12 Eimer, 24 Anker, 768 Quart, 1 Quart = 36 Unzen Med. Gewicht bei 3,42° . . =	10,71164	„
gewöhnliche Annahme =	11,50510	„
Fruchtm. 1 Last von 4 Wispel, 8 Malter, 96 Scheffel. 1 Scheffel von 4 Viertel, 16 Metzen, 64 Mäßchen =	543,8144	„
Böhmen, 1 Strich Fruchtm. von 4 Viertel, 16 Mäßchen =	936,0224	„
Bern, Fruchtm. 1 Mutt von 48 Immi, 96 Achterli, 192 Sechszehnerli . . . =	1583,836	„

Getränkm. 1 Landfaß von 6
Saum, 24 Eimer, 600
Maaß od. Pinten. 1 P. = 16,49726 Decil.
Bologna, Fruchtm. 1 Corba von
2 Stari, 8 Quarteroni, 32
Quarticemi. 1 Corba = 737,9133 =
Getränkm. 1 Corba v. 2 Galbe,
4 Quarterola 60 Boccali,
240 Foglietti . . . = 737,9133 =
Cöln, Fruchtm. 1 Last 20 Malter.
1 Malter . . . . = 1621,029 =
Getränkm. 1 Ahm 26 Viertel,
104 Maaß. 1 Maaß = 14,97647 =
Constantinopel, Frm. Fortin = 351,1063 =
Getränkm. Alma . . = 52,36805 =
Dännemark, Frm. Kornlast v. 22
Tonnen. 1 Tonne zu 8
Scheffel, 64 Viertel. = 1391,125 =
Gtrm. 1 Fuder von 6 Ahm,
24 Anker, 250 Stübchen
465 Kannen, 930 Pott,
3720 Pale. 1 Pott = 9,66032 =
England, Frm. Last von 2 Weys,
10 Quarters, 20 Combs
40 Strikes, 80 Bushels.
1 Bushel . . . . = 357,2532 =
Gtrm. 1 Tun. von 2 Pipes,
4 Hogsheads 8 Barels, 252
Gallons, 504 Bottles, 2016
Pints. 1 Gallon . = 57,88751 =
Florenz, Frm. 1 Sacco von 3
Staga = 36 Quarti = 236,8469 =

Strm. 1 Barilli von 20 Fiachi, 40 Boccali 80 Mezzetas =	416,564 Decil.
Frankfurt a. M., Frm. 1 Malter von 4 Simmer, 8 Metzen 16 Sechter, 64 Gescheid. 1 Malter . . . . . =	1079,892 „
Strm. 1 Stück Wein von 1,25 Fuder, 7,5 Ohm, 150 Viertel, 600 Maaß. 1 St. Wein =	1475,034 „
Frankreich, Frm. 1 Muid. von 12 Setiers, 24 Mines 48 Minots, 144 Boisseaux, 2304 Litrons. 1 Boisseaux . =	126,9529 „
Strm. 1 Muid v. 2 Feuillets, 3 Tiercons, 4 Quartons, 36 Veltes, 228 Pintes. 1 M. =	2813,791 „
1 Quart oder Pot von 2 Pintes, 4 Setiers 8 Chopines, 16 Possons, 64 Roquilles. 1 Quart . . . . . =	19,04294 „
1 Kubiktoise oder Klafter von 216 K. Fuß. . . . =	46715,39 „
Genua, Frm. 1 Mina von 8 Quarte . . . . . . =	1167,372 „
Strm. 1 Mezzarola von 2 Barilli, 200 Pintes . . =	646,6661 „
Hamburg, Frm. 1 Faß v. 2 Himt, 8 Spint, 32 große und 64 kleine Maaß. 1 Faß . =	1053,709 „
Strm. 1 Fuder v. 6 Ahm, 30 Eimer, 480 Kannen 960 Quartier. 1 Quartier =	9,05035 „

Hannover, Frm. 1 Last v. 2 Wispel, 96 Himten. 1 Himt	=	311,0345	Decil.
Strm. 1 Fuder von 40 Oxthoft, 6 Ahm, 15 Eimer 480 Maaß, 960 Quartier. 1 Quart.	=	9,719829	„
Neapel, 1 Carro von 36 Tomoli. 1 Tomolo	=	511,5802	„
Nürnberg, Frm. 1 Simmer v. 16 Metzen. 1 Metze . .	=	201,7539	„
Strm. 1 Fuder von 12 Eimer, 384 Viertel, 768 Maaß. 1 Maaß	=	9,893395	„
Oestreich. Böhmen: 1 Strich Frm. v. 4 Viertel, 16 Mäßchen	=	936,0224	„
1 Faß von 4 Eimern, 128 Pinten. 1 Pinte . . .	=	19,11271	„
Gallizien, 1 Korschetz . .	=	1229,856	„
Grätz, 1 Viertel	=	798,7864	„
Schlesien, 1 Scheffel . .	=	763,7622	„
1 Quart von 48 Loth Wasser		7,13088	„
gewöhnlich angenommen	=	7,01847	„
Tokay, 1 Antal	=	470,6117	„
Triest, 1 Staro v. 3 Polonichi	=	740,8877	„
1 Orno	=	656,5845	„
Tyrol, 1 Staar	=	305,7754	„
1 Maaß	=	8,108042	„
Ungarn, 1 oberung. Eimer .	=	758,90586	„
1 niederung. Eimer .	=	569,18165	„
Venedig, 1 Sacco	=	1274,607	„
1 Amphora von 4 Bigoncia. 1 Bigoncia	=	1580,563	„
Verona, 1 Minello	=	368,7585	„

1 Brenta . . . . . =	724,028	Decil.
Wien, Frm. 1 Metze von 8 Achteln . . . . . . =	614,9949	"
das Achtel hat 4 große, 8 kleine Mäßel, 16 Becher.		
30 Metzen sind 1 Muth.		
Gtrm. 1 Eimer v. 40 Maaß, 80 Halben, 160 Seiteln =	566,0063	"
1 Dreiling von 3 Faß oder 30 Eimern.		
Rom, Frm. 1 Robbio von 22 Scarzi . . . . . . =	2672,357	"
Gtrm. 1 Barile von 4,5 Rubbi, 32 Boccali, 128 Foglietti, 412 Cartocci. 1 Barile . =	455,1459	"
Rußland, Getrm. 1 Osmuschka =	15,869	"
Sachsen. Dresden u. Leipzig. Frm. 1 Wispel v. 2 Malter, 24 Scheffel, 96 Viertel. Das Viertel 4 Metzen, 16 Mäßchen. 1 Scheffel . . =	1066,801	"
Gtrm. 1 Fuder von 2, 4 Faß, 12 Eim., 864 Kannen, 1 Kanne zu 32 Unz. Wasser b. 3,42° =	9,52146	"
b. 10° =	9,50784	"
nach Eitelwein . . =	12,04069	"
Gotha, 1 Malt. v. 2 Schfl. rc. =	876,173	"
Schweden, Frm. 1 Tonne von 2 Spann, 8 Viertel 32 Kappor. 1 Tonne . . . . . =	1465,115	"
Gtrm. 1 Fuder v. 2 Pipen, 4 Oxt-		

hoft, 6 Ahm, 12 Eimer, 360 Kannen. 1 Kanne Cantharus zu 88 Unzen Wasser.	.	26,18402	Decil.
Spanien, Frm. Kastilische Cahiz von 12 Fanegas oder 144 Celemines. 1 Cahiz . .	=	571,4863	„
Gtrm. 1 Cantaro von 8 Aciembres	=	157,5009	„
Warschau, Frm. 1 Last v. 60 Korczez. 1 Korczez . . .	=	511,382	„
Gtrm. 1 Wein Graniec v. 4 Quart	=	15,96826	„
Zürich, Frm. 1 Mütt. v. 4 Viertel, 16 Vierling, 64 Mäßli, 1 Mütt	=	827,1774	„
1 Maaß	=	182,4947	„
1 Unze Wasser Nürnberg Gew. bei 10° Reaumur füllt 1,6656 K. Zoll rheinl. oder .	=	0,29712	„
1 Quent = 0,2082 rhnl. K. Z.	=	0,03714	„
1 Skrupel = 0,0694 . .	=	0,01238	„

1 Skrp. Quecksilber 0,00513 rheinl. K. Z.
1 Unze „ 0,12312 „ „ „

Tafel V.

Absolutes Gewicht.

(zu §. 45.)

Das Gramme ist so schwer als ein Kubikcentimeter reines Wasser bei der größten Dichte, hält 18,82715 Grains *poids de marc*, oder nach Körner 16,09634 Nürnberg. Medic. Grane, 13,71389 Gr. Wiener Apothekergew.

	Milligrammes
1 Gramme von 10 Decigrammes oder 100 Centigr. oder 1000 Milligram.	1000,0
1 Milligr. ist 0,01609634 Nürnb. Gran. Med. G.	
1 Dekagramme von 10 Grammes .	10000
1 Hektogramme von 10 Dekagrammes	100000
1 Kilogramme = 10 Hektogrammes = 16096,34 Gr. Nürnb. M. Gew. nach Körner	1000000
1 Myriagramme von 10 Kilogrammes.	
Amsterdam, Pfd. v. 16 Unz. HandelsG.	493926,2
" " " 16 " Troysgew.	492004,4
" Apothek. Pfd. v. 12 U. "	369003,3
" 1 Mark Münzgewicht von 8 Unz. Tr. G.	246002,2
dessen Unze 20 Engels von 32 As.	
Augsburg, Pfd. schweres Hand. Gew. von 32 Loth . .	491043,5
" Pfd. leichtes Hand. Gew. von 32 Loth . .	472593,2
" Mark Münzgew. v. 16. L.	236008,4
Die Mark von 8 Unzen, 16 Loth, 24 Karat, 64 Quent, 256 Pfennig, 288 Grän, 512 Heller.	
Baiern, Münzpfd. v. 2 Mark od. 32 L.	468199,4
" Handelspfd. von 32 Loth .	560000,0
" Apothekerpfd. von 12 Unz. .	360000,0
Berlin, Münzpfd. v. 2 Mark cöllnisch	467740,1
" Handelspfd. von 32 Loth .	468461,2
" Apothekerpfd. v. 12 Unzen .	357663,9
Bern, Apoth. Gew. von 12 Unz. .	356655,2

	Milligrammes
Brüssel, Pfd. H. G. leichtes v. 16 Unz.	466299,0
„ „ „ schweres „ „	492004,4
Mark Münzgewicht . .	246002,2
Cölln, Münzgewicht wie Berlin.	
Die Mk. v. 65536 Richtpfennig	
1 Richtpfennig . . .	3,568574
Handelsgewicht . . .	467740,1
Constantinopel, 1 Oka v. 4 Cheky = 400 Drammen = 6400 Kara = 25600 Grani	1275656,0
Dänemark, Mark Münzg. . . .	235768,2
Handelspfd. von 32 Loth	499547,7
England, *Avoir d. poids*, Pfd. von 16 Unzen	453614,6
Königspfund	680421,9
Troys, Münz- u. Apoth. Pfd. von 12 Unzen	373135,3
die Unze zu 8 Drachmen = 24 Skrupel = 480 Granen	
Apoth. Gewicht . . .	31094,61
die Unze Troymark v. 20 Penny	31094,61
1 Penny von 24 Grän = 480 Mits.	
Frankfurt, Pfd. Centnerg. v. 32 Loth	509061,1
„ „ Handelsg, „ „	467019,8
Frankreich, Gramme	1000,0
Pfd. Hand. u. Apothekerg. *Poid de marc* v. 16 Unz.	489506,2
Münzmark von 8 Unz. . . .	244753,1
1 Unze von 8 Gros, das Gros von 72 Grains.	
1 Grain	53,11478

		Milligrammes
Hamburg,	Münzpfd. von 2 Mark	.467383,5
	Handelspfd. v. 32 Loth	.484316,8
Hannover,	Pfd. Handelsg. von 32 Loth	486671,1
Krakau,	Mark von 16 Loth .	.198819,7
	Handelspfd. von 32 Loth	.404846,7
Litthauen,	Handelspfd. von 32 Loth	.374828,7
Neapel,	Pfd. von 12 Unz. = $\frac{9}{25}$ Rotolo	320811,9
Nürnberg,	Pfd. Handelsg. 32 Loth	.509781,8
	Münzmark von 8 Unzen .	.238442,6
	Medicinalpfd. nach Körner .	.357854,5
	" gewöhnliche Annahme	357663,9
Oestreich,	böhmisch Pfd. von 32 Loth	.514346,5
	schlesisches Pfd. " "	.529838,5
	tyroler Pfd. " "	.562922,3
	wiener " " "	.560012,0
	wiener Mark v. 65536 Richtpfennigen . .	.280644,0
	1 Lth zu 4 Quent u. 16 Sechszehntel.	
	Apothekerpfund zu 12 Unzen oder 24 Loth Handelsgew., die Unze zu 8 Drachmen, 24 Skrupeln, 480 Granen . .	35000,75
	1 Dukatengran (60 zu 1 Dukaten)	58,17663
	1 Karat v. 4 Gran Juwel. G.	206,0851
	100 Pfd. geben einen Ctr. 100 Wiener Pfd. sind nahe 120 sächs. od. 115 hamburger.	
	1 wiener Pfd. zu 5760 Gra-	

	Milligrammes
nen hält 6760,431 nürnberger Grane nach Körner.	
Petersburg, Münz- u. Handelspfd. von 32 Loth	408978,6
Portugal, Pfd. von 2 Mark zu 8 Unz.	458947,7
Rom, Pfd. von 12 Unzen . .	339214,0
Sachsen, Pfd. Handelsgew. v. 32 L.	466827,5
Münzmark von 16 Loth .	233461,8
Der Centner zu 110 Pfd. Handelsgew., 11 Handelspfunde = 9 Pfund Fleischgewicht.	
Schweden, Münzpfd. von 2 Mark .	421278,8
Handelsgew. von 32 Lth.	425122,5
Apothekergew. v. 12 Unz.	356318,7
Mark Berggew. v. 32 Lth.	375826,0
Spanien, Handelspfd. von 16 Onza	460293,1
Mark Münzg. v. 8 Onza	230434,9
Apothekerpfd. v. 12 Onza	345027,6
Warschau, Handelspfd. von 32 Loth .	405227,9
Würtenberg wie Cölln,	
Zürich, leichtes Pfd. von 2 Mark .	468605,3
schweres von 18 Unzen . .	526983,4

Tafel VI.

Specifisches Gewicht.

(zu §. 46.)

	Nürnb. Gr.	Milligr.
Ein pariser Duodec. K. Zoll reines Wasser bei seiner größesten Dichte wiegt im luftleeren Raume nach Körner u. Kastner	319,292	198361,

	Nürnb. Gr.	Milligr.
1 rheinl. K. Z. dsgl. nach Körner und Eitelwein . . .	287,9814	17891,1
1 engl. K. Z. desgl. nach Körner und Eitelwein . . =	203,642	16381,0
bei 10° R. 1 paris. K. Z. .	319,1229	19824,8
" " 1 rheinl. " " .	287,8288	17881,6
" " 1 engl. " " .	203,5347	16372,3
bei 11° R. 1 paris. nach Bohnenberger . . .	318,9351	
1 K. Fuß=1148 Unz. 1 Quent	10,0 Gran.	
bei 0° u. 28'' Barom. unter der Breite v. Paris wiegt 1 par. K. Z. atmosphär. trockne Luft . .	0,4149326	25,77806
der rheinländische . .	0,374243	
1 Litre atmospär. Luft .		1299,100
1 " kohlenstoffsaur. .	1974,1 Gran	
1 " Stickgas " .	1125,9 "	

Bei der Breite von Jena 50° 56′ 29″ und 101 Meter Höhe über dem Meere und 28″ Barometer wiegt nach Körner der rheinl. brandenburgische Duodec. K. Zoll

	bei 10° R. b. 0°		spec. Dichtigk.
Atmospär. Luft	0,3575-0,3743	Gr. Nürnb.	1,0000
Sauerstoffluft	0,3945-0,4130	"	1,1026-1,10359
Stickstoffluft	0,3465-0,3627	"	0,976-0,96913
Wasserstoffluft	0,0261-0,0274	"	0,0688-0,07321

1 rhl. K.Z. wiegt	b. 10° R.	b. 0°	Nrnb. G.	sp. Dichk.
Kohlenstoffs. L.	0,5427	- 0,5682	1,524	- 1,51961
Ammoniakgas	0,2233	- 0,2133	0,5912	- 0,59669
Salzsaures Gas	0,2133	- 0,4669		1,2474
Chlordunst .	0,8831	- 0,9245		2,47
Kohlenoxydluft	0,3421	- 0,3581	0,9727	- 0,9569
Stickstoffoxydl.	0,5436	- 0,5691	1,5272	- 1,5204
Salpetergas .	0,3714	- 0,3888	1,001	- 1,0388
Oelbildende L.	0,3497	- 0,3660	0,9804	- 0,97804
Schwefeligs. L.	0,7581	- 0,7936		
Schwefelwasserstoffluft . . .	0,4259	- 0,4458		

Um die Gewichte für andere Körper zu finden, nehme man die Verhältnißzahl ihres spec. Gewichtes zum Wasser als Einheit, wie die 13te Tafel sie angibt, und multiplicire sie mit dem absoluten Gewicht einer Kubikeinheit Wasser.

Tafel VII.

(zu §. 54.)

Es schmilzt

Quecksilber bei . .	3° R.	
Wallrath „ . .	36 „	
Talg „ . .	27 „	
Wachs „ . .	48,8 „	
Leichtflüßiges Metall bei	79,1 „	
Schwefel bei . .	90 „	
Zinn „ . .	160 „	
Wismuth „ . .	205 „	
Blei „ . .	250 „	
Zink „ . .	296 „	
Spiesglanz bei . .	345 „	
Messing „ . .	1647 „	21 Wedgwood

Es schmilzt

Kupfer bei . . .	1994 R.	27	Wedgwood
Silber = . . .	1726 =	23	=
Gold = . . .	2284 =	32	=
Gußeisen = . . .	7960 =	130	=
Kobalt = . . .	7960 =	130	=
Nickel = . . .	9518 =	150	=
Stabeisen bei . . .	9681 =	158	=
Mangan = . . .	9697 =	160	=
Platina = . . .	10176 =	170	=

Tafel VIII.

(zu §. 54.)

Bei 28 Zoll Barometer ist

der Siedepunkt des reinen Wassers .	80°	R.
= = = Schwefelalkohols	12	=
= = der Blausäure . .	21	=
= = des Aethers . . .	30	=
= = = Ammoniaks . .	48	=
= = = Alkohols . . .	64	=
= = der Alaunauflösung .	79,6	=
= = = Kuhmilch . . .	80,5	=
= = des Meerwassers . .	83	=
= = der Salpetersäure . .	96	=
= = des Schwefels . .	239	=
= = der Schwefelsäure .	248	=
= = des Leinöls . . .	252	=
= = = Quecksilbers . .	282	=

Tafel XI.

Frostmischungen.

(z. §. 55.)

5 Theile Salmiak, 5 Salpeter = 8 Glaubersalz u. 16 Wasser machen das Thermomet. um 22° R. fallen

5 Salmiak, 5 Salpet. u. 16 Wasser um	20°	R.	fallen
3 Glaubersalz, 2 einfaches Scheidewasser um	22	"	"
8 Glaubersalz, 5 Salzsäure um .	24	"	"
3 salzsaurer Kalk, 2 Schnee " .	36	"	"
3 dergl., 1 Schnee um . . .	15	"	"
4 Kali, 3 Schnee um . . .	37	"	"
1 Schnee u. 1 verdünnte Salpetersäure	21	"	"

Tafel X.

über absolute Festigkeit in berliner Pfunden von Prismen, deren Queerschnitt 1 rheinl. Quadrazoll betrug, nach Eitelwein.

(zu §. 76.)

Apfelholz	. . . .	10018
Birnbaumholz	. . . . . .	11158
Blei, engl. gegoss.	. . . . .	913
Bleidrath	. . . .	3934
Buchsbaumholz	. . . . . .	15790
Cedern	. . . .	5142
Ebenholz	. . . .	13504
Eichenholz:	Kern der Sommereiche .	26600
	zwischen Kern und Splint .	21940
	Splint	14760
	Steineiche	22120
Eisen, gegossen	. . . . . .	70433
	geschmiedetes zwischen 71300 bis	78140
Eisendrath	. . . .	60433
Erlenholz	. . . .	24740
Eschenholz	. . . .	21488
Glas, weißes	. . . . . .	2812
Gold, gegossen	. . . . . .	21093

Golddraht von Pistolen . . .	67129
Granadillholz	17028
Guajakholz	14432
Hollunderholz	10547
Kampferholz	16347
Kiefern vom Kern	21400
vom harzigen Kern . . .	16160
zwischen Kern und Splint . .	20873
= sehr harzig . . .	12520
vom Splint	18320
Kirschbaumholz, wildes . . .	13978
Kupferdrath, rother	40205
Kupfer, gelbes, gegossen, zwischen 20910 b.	38463
geschmiedetes	41128
Lindenholz	13870
Mauerziegel, gebr.	290
Messingdrath	48480
Mispelbaumholz	12028
Nußbaumholz	14261
Olivenholz	12614
Pflaumbaumholz	11099
Rothbuchenholz	22360
Sakkerdanholz	22784
Santelholz, rothes	10128
Seile von Hanf gedreht . . .	9000
Silber, feines, gegossenes . . .	42186
Silberdrath	49690
Spiesglanzkönig, gegossen . . .	1093
Stahl, biegsamer zwischen 113900 bis .	130780
gehärteter von 118120 bis .	
der von Scheermessern zu . .	158200
Tannenholz, rothes oder Fichte . .	10920

Tannenholz, weißtannen . . .	15400
Ulmenholz	14857
Weidenholz	15709
Weißbuche oder Hornbaum . . .	20400
Weißdorn	18358
Wismuth, gegossen	3228
Zink, goslarisch, gegossen . . .	2903
Zinn, ostind., gegossen 3322 bis . .	3796
" englisch, "	6167
Zinndraht	6609
Zuckerkistenholz	18832

Absolute Festigkeit mehrerer Metalllegirungen nach Musschenbrök.

Queerschnitt in rheinl. Zollen	eines Gemisches was zerrissen ward	durch Amsterdam. Pfunde
0,10	aus 24 Gold 1 Silber	240 " "
0,10	" 10 " 1 "	240 " "
0,10	" 6 " 1 "	255 " "
0,10	" 4 " 1 "	271 " "
0,10	" 2 " 1 "	285 " "
0,10	" 1 " 1 "	280 " "
0,10	" 20 " 1 schwed. Kupf.	361 " "
0,10	" 15 " 1 "	400 " "

Tafel XI.
(zu §. 117.)

Eine Stange, deren Länge 1 bis 0°, dehnt sich	bei 100° aus um
Blei	0,00284836
Eisen, gezogenes . . .	0,00123504
" geschmiedetes . . .	0,00122045
Flintglas, englisches . . .	0,00081166

Glasröhren, bleifreie . .	0,00087572
Gold, nicht geglühtes Probegold	0,00155155
„ ausgeglühtes . . .	0,00151361
„ geschiedenes . . .	0,00146606
Kupfer	0,00171735
Messing	0,00187821
feines Silber	0,00190974
weicher Stahl	0,00107915
gelb angelaufener Stahl . .	0,00123956
ostindisches Zinn . . .	0,00193765

Nach Dalton:

Glas	0,00083
Gold	0,00094
Kupfer	0,00170
Messing	0,00189
Platina	0,00087
Silber	0,00238
Zinn	0,00287
Gußeisen und Stahl . .	0,00111
Schmiedeeisen . . .	0,00126
Zink, gegossen . . .	0,00296
„ geschmiedet . . .	0,00308
Palladium nach Wollaston .	0,00100

Tafel XII.

Längen des Secundenpendels durch Messung gefunden.

(zu §. 138.)

Aequator am Meere		. .	439,2066	par. L.
Archangel, unt. d.	64,44	N. Breit. G.	441,10	„
Insel Cayenne	4,56	„ „	439,32	„
Frankreich . .	45,00	„ „	440,395	„

Paris n. Richer	48,50 N. Breit.	440,6000	par. L.
= = Meiran	— = =	440,5700	=
= = Borda	— = =	440,6225	=
Greifswalde .	54,60 = =	440,8300	=
London . .	51,31 = =	440,6000	=
Leiden . . .	52,80 = =	440,7100	=
Quito . . .	0,13 S. = =	438,8200	=
= am Meere	— = =	439,1000	=
Rom . . .	41,44 N. = =	440,2800	=
Vorgeb. d. g. Hoff.	33,55 S. = =	440,0500	=
Wien . . .	48,13 N. = =	440,5600	=
Durch Schwungmengen:			
Paris		440,5700	=
London		440,6500	=
Dorpat . .	58,26 N. Breit.	440,9200	=
Petersburg .	59,56 = =	441,0200	=
Upsal . . .	9,52 = =	440,9100	=

Die Länge λ unter dem Aequator ist für jede andere Breite = Lat. = λ + 2,3862 Sin. Lat. ²

Tafel XIII.

Specifisches Gewicht verschiedener Dinge, das des Wassers zu 1 genommen, bei 14° R. nach Brisson, Mayer und Kirwan u. a.

(zu §. 178.)

Absoluter Alkohol	. 0,790
Aether, Essigäther	. 0,919
Salzäther, leichter	. 00,72
= schwerer	. 0,874
Salpeteräther	. 0,900

Schwefeläther		0,710
Ammoniac, ätzend		0,880
Essigsäure, conc.	1,06 —	1,070
Meerwasser	1,02 —	1,040
Nelkenöl		1,030
Mandelöl		0,920
Olivenöl		0,910
Leinöl		0,940
Terpentinöl		0,870
Schwefelsäure, conc.		1,840
Salpetersäure, conc.		1,480
Salzsäure, conc.		1,200
Weine	0,99 —	1,050
Arabisch, Gummi		1,450
Butter		0,940
Elfenbein		1,820
Federharz		0,930
Gummilack		1,130
Kampfer		0,990
Opium	1,33 —	1,360
Pech, weißes		1,070
Traganth		1,310
Wallrath		0,940
Holz von Birnbaum		0,660
Buchen		0,852
Eben	1,33 —	0,80
Eichen		1,170
Erlen	0,66 —	0,680
Kork		0,240
Linden		0,600
Mahagony		1,060
Pappeln		0,380

Holz von Pflaumen	0,780
Tannen	0,550
Flintglas	3,220
Krownglas	2,520
Wachs, weißes	0,966
Blei	11,350
Gold, gegossen	19,260
„ gehämmert	19,362
Mangan	6,990
Nickel	7-9,000
Platin, geschmiedet	20,330
„ in Platten	23,060
Quecksilber bei 0°	13,619
„ „ 12°	13,580
„ festes	14,400
Schmiedeeisen	7,790
Stahl	7,840
Silber, gegossen	10,470
„ gehämmert	10,510
Spießglanz	6,860
Zinn, gegossen	7,290
„ gehämmert	7,300
Zink, gegossen	7,190
Alabaster	2,610
Baryt	4,300
Bernstein	1,080
Calcedon	2,660
Feldspath . . . . 2,43 —	2,600
Feuerstein . . . . 2,58 —	2,630
Gips . . . . 2,16 —	2,310
Hyacinth	4,680
Kalkspath	2,690

Marmor, carrar.		2,716
Quarz	2,64 —	2,670
Rubin, oriental		3,990
Opal	1,70 —	2,110
Saphir		4,030
Schwefel		2,010
Serpentin		2,560
Nach Klaproth und Karsten bei 3,5° R.		
Bergkrystall	2,68 —	2,880
Bimsstein		0,930
Basalt		3,080
Diamant	3,49 —	3,680
Flußspath	3,14 —	3,290
Glimmer		2,730
Graphit	2,10 —	2,370
Jaspis		2,560
Kreide		2,250
Meerschaum		1,210
Olivin (Chrysolith)		3,260
Smaragd		2,710
Schwerspath	4,08 —	4,480
Steinkohlen	1,27 —	1,520
Strontian		3,670
Spinell	3,52 —	3,570
Topas	3,53 —	3,660
Töpferthon		2,080
Turmalin		3,200
Zirkon	4,30 —	4,700

Tafel XIV.

(zu §. 185.)

Morveau drückt die Adhäsion einer Metallplatte von 1 Zoll Durchmesser mit Quecksilber aus

bei der	aus	Gold	durch	. 446	Grane
=	=	Silber	= .	. 429	=
=	=	Zinn	=	. 418	Grane
=	=	Blei . .	= .	. 397	=
=	=	Wismuth .	= .	. 372	=
=	=	Zink . .	= .	. 204	=
=	=	Kupfer .	= .	. 142	=
=	=	Spießglanz	= .	. 126	=
=	=	Eisen . .	= .	. 115	=
=	=	Kobalt .	= .	. 8	=

Tafel XV.

Höhenmessung durch das Barometer.

(zu §. 234.)

Wenn am Meere das Barometer zeigt 28″. 2‴ 22, so hat

Dresden bei	. . 27″ 9, 6‴	eine Höhe über dem Meere v.	320	F.
Wien	. . . . 27″ 8, 1‴		470	=
Göttingen (Leine)	27″ 7‴ .	=	560	=
Regensb. (Donau)	27″ 1‴ .	=	1037	=
Genf	. . . . 26″ 11, 3‴	=	1170	=
Salzburg	. . . 26″ 8, 5‴	=	1400	=
München	. . . 26″ 5, 3‴	=	1658	=
Peissenberg	. . 24″ 11, 7‴	=	3145	=
Kloster v. St. Gotth.	21″ 10‴	=	6650	=

Tafel XVI.
(zu §. 262.)

Nach Dalton und Hallaschka beträgt des Wassergases

A Temperatur Reaum.	B Kraft in pariser Zollen Quecksilberhöhe	C Gewicht eines Kubikfußes in franz. Gran.	D Expansion.
-14° ¼	0. 0600	0. 8690	0. 933
-13	0. 0663	0. 9090	0. 939
-12	0. 0713	1. 0610	0. 943
-11	0. 0779	1. 1158	0. 948
-10	0. 0844	1. 2006	0. 953
- 9	0. 0909	1. 2854	0. 958
- 8	0. 0975	1. 3703	0. 962
- 7	0. 1069	1. 4929	0. 967
- 6	0. 1162	1. 6155	0. 972
- 5	0. 1256	1. 7381	0. 977
- 4	0. 1350	1. 8606	0. 981
- 3	0. 1477	2. 0261	0. 986
- 2	0. 1603	2. 1916	0. 991
- 1	0. 1730	2. 3571	0. 996
0	0. 1867	2. 5228	1. 000
+1	0. 2014	2. 7410	1. 008
2	0. 2186	2. 9592	1. 010
3	0. 2362	3. 1774	1. 015
4	0. 2560	3. 3958	1. 019
5	0. 2783	3. 6927	1. 023
6	0. 3020	3. 9896	1. 028
7	0. 3264	4. 2865	1. 033

A Temperatur Reaum.	B Kraft in pariser Zollen Quecksilberhöhe	C Gewicht eines Kubikfußes in franz. Gran	D Expansion
+8°	0. 3517	4. 5836	1. 037
9	0. 3794	4. 9591	1. 042
10	0. 4089	5. 3346	1. 047
11	0. 4408	5. 7101	1. 052
12	0. 4755	6. 0855	1. 056
13	0. 5125	6. 5568	1. 061
14	0. 5510	7. 0281	1. 066
15	0. 5911	7. 4994	1. 071
16	0. 6340	7. 9706	1. 075
17	0. 6819	8. 6138	1. 080
18	0. 7344	9. 2570	1. 085
19	0. 7916	9. 9002	1. 090
20	0. 8535	10. 5434	1. 094
21	0. 9176	11. 3398	1. 098
22	0. 9846	12. 1362	1. 103
23	1. 0599	12. 9326	1. 107
24	1. 1350	13. 7289	1. 112
25	1. 2100	14. 7227	1. 117
26	1. 2944	15. 7165	1. 122
27	1. 3788	16. 7103	1. 127
28	1. 4820	17. 7040	1. 131
29	1. 5899	19. 0920	1. 136
30	1. 4165	20. 4800	1. 141
31	1. 8431	21. 8680	1. 146
32	1. 9792	23. 2562	1. 150
33	2. 1269	24. 9256	1. 155

A Temperatur R. aum.	B Kraft in pariser Zollen Quecksilberhöhe	C Gewicht eines Kubikfußes in franz. Gran	D Expansion
+ 34°	2. 2746	26. 5950	1. 160
35	2. 4224	28. 2644	1. 165
36	2. 5890	29. 9337	1. 169
37	2. 7577	31. 7938	1. 173
38	2. 9266	33. 6539	1. 178
39	3. 1048	35. 5140	1. 182
40	3. 2830	37. 3742	1. 187
41	3. 4846	39. 7757	1. 192
42	3. 7004	42. 1772	1. 197
43	3. 9326	44. 5787	1. 201
44	4. 1928	46. 9802	1. 206
45	4. 4674	50. 0842	1. 211
46	4. 7556	53. 1882	1. 216
47	5. 0673	56. 2922	1. 221
48	5. 3841	59. 3923	1. 225
49	5. 7124	63. 1702	1. 229
50	6. 0501	66. 9481	1. 234
51	6. 4041	70. 7260	1. 238
52	6. 7818	73. 7261	1. 243
53	7. 1851	77. 9432	1. 248
54	7. 6119	82. 1603	1. 253
55	8. 0199	86. 3774	1. 258
56	8. 4607	90. 5944	1. 262
57	8. 9248	95. 7748	1. 267
58	9. 4083	100. 9552	1. 272
59	9. 9544	106. 1356	1. 277

A Temperatur Reaum.	B Kraft in pariser Zollen Quecksilberhöhe	C Gewicht eines Kubikfußes in franz. Gran	D Expansion
+60°	10.5525	111.3160	1.281
61	11.2020	117.4175	1.286
62	11.8000	123.5190	1.291
63	12.4275	129.6205	1.296
64	13.0569	135.7220	1.300
65	13.6924	142.6327	1.305
66	14.3748	149.5434	1.310
67	15.1369	156.4541	1.315
68	15.9460	163.3650	1.319
69	16.7902	171.7502	1.323
70	17.6344	180.1354	1.328
71	18.5255	188.5206	1.332
72	19.4822	196.9060	1.337
73	20.4411	206.3350	1.342
74	21.6036	215.7640	1.347
75	22.5119	225.1930	1.352
76	23.5438	234.6220	1.356
77	24.6692	245.1038	1.361
78	25.7682	255.5856	1.366
79	26.9229	266.0674	1.371
80	28.1399	276.5490	1.375

Verbesserungen

im ersten Bändchen.

Seite	33	Zeile	24	ließ	ip statt ir
=	52	=	5	=	deren st. dessen
=	—	=	16	=	b st. c.
=	86	=	20	=	122 st. 120
=	87	=	7	=	Diagonale st. Diagole
=	117	letzte Zeile		=	einem st. seinem
=	149	Zeile	8	=	78 st. 77.

Im zweiten Bändchen:

Seite 79 Zeile 12 ließ Fig. 101. b.

Seite 115 erste Zeile der VII. Tafel ist zu lesen:

es schmilzt Quecksilber bei — 31° R.

= = Wallrath = + 36 =

Tafel

über die Namen der Töne und die Verhältnisse ihrer Schwingungswerthe innerhalb einer Octave.

(zu §. 291.)

Namen.	Verhältnisse der Schwingungszahlen.		Namen.	Verhältnisse der Schwingungszahlen.	
C, Grundton, .	1	1,00000	ges, . .	$\frac{36}{25}$	1,44000
cis, kleine Secunde,	$\frac{25}{24}$	1,04166	g, Quinte,	$\frac{3}{2}$	1,50000
des, . .	$\frac{27}{26}$	1,08000	gis, kleine Sexte,	$\frac{25}{16}$	1,56250
d, große Secunde,	$\frac{9}{8}$	1,12500	aes, . .	$\frac{8}{5}$	1,60000
dis, kleine Terz,	$\frac{75}{64}$	1,17187	a, große Sexte,	$\frac{5}{3}$	1,66667
ees, . .	$\frac{6}{5}$	1,20000	ais, kleine Septime,	$\frac{125}{72}$	1,73611
e, große Terz, .	$\frac{5}{4}$	1,25000	hes, . .	$\frac{9}{5}$	1,80000
eis, . .	$\frac{125}{96}$	1,30208	h, große Septime,	$\frac{15}{8}$	1,87500
fes, . .	$\frac{32}{25}$	1,28000	his, . .	$\frac{125}{64}$	1,95313
f, Quarte,	$\frac{4}{3}$	1,33333	ces, . .	$\frac{48}{25}$	1,92000
fis, falsche Quinte,	$\frac{25}{18}$	1,38889	c, Octave,	2	2,00000

Die Optik bildet ein besonderes Bändchen dieser Bibliothek.

Inhalt
des zweiten Bändchens.

		Seite
§. 313 — 368	Wärme	1
: 318	specifische Wärme und Capacität	3
: 330	Leitung der Wärme	11
: 337	Strahlung der Wärme	15
: 346	Erkaltung	20
: 351	Wärmequellen	22
: 353	Feuer	23
: 369 — 433	Elektrismus	33
: 375	Elektroskop	37
: 379	Mittheilung	39
: 383	Vertheilung	42
: 385	Theorie	44
: 388	statische Elektricität	45
: 389	Elektrophor	46
: 391	Batterie	47
: 395	Strom	49
: 396	Elektricität durch Wärme 2c.	50
: 402	Berührungselektricität	52
: 405	Elektromotoren	53
: 410	elektrische Säule	56
: 431	elektrisch chemische Theorie	71
: 434 — 478	Magnetismus	72
: 457	die Erde als Magnet	84
: 466	elektrischer Magnetism.	89
: 477	Magnetism. durch Licht	96

Register.

	§.
Aequator, magnetischer	437
Abkochung =	114
absoluter Ort =	18
absorbiren =	53
Absüssen =	114
Abweichung =	437
Accord =	286
Adhäsion	80. 185
Aequivalent =	113
Aeronautik =	248
Aerostat =	248
Aether =	59
ätherisch =	56
Affinität =	110
Aggregat =	20
Aggregation =	49
Akustik =	273
Alkaransa =	55
amorph =	86
anatomischer Heber =	172
Aneignung =	110
Angriffspunkt =	65
Anziehung	60. 89
Anthropochemie =	14
Aräometer =	183
Athmen =	239
Atmosphäre =	214
= magnetische =	439
Atom =	59
Atomgewicht =	113

	§.
atomistisch =	59
Attraction =	60
Attractivkraft =	59
Aufbrausen =	52
Aufguß =	114
Auflösung =	111
Auflösungsmittel =	111
Ausdehnung	26. 117
Ausdehnbarkeit =	26
Ausdehnsamkeit =	227
Ausfluß =	192
Auslader =	392
Auslaugen =	114
Ausströmen =	250
Ausziehung =	114
Axe der Krystalle =	85
= des Magnets =	435
Barometer =	215
Barometerprobe =	225
Baroskop =	215
Batterie, elektr. =	391
Beharrung =	22
Beobachtung =	5
Beschleunigung =	64
Bestandtheile =	57
Bewegung, absolute =	116
= beschleunigte	124
= gebrochne =	212
= relative =	118

	§.
Bewegung, d. tropfbar.	191
= der Luftigen	249
= d. Elektricität	395
Bewegungsgröße =	119
Birnprobe =	225
Blasebalg =	243
= Consigliachis =	243
Blätterdurchgang =	82
Blitzableiter =	381
Brennkraftmesser =	365
Brennstoff =	354
Brunnen, intermittirender	237
Calorimeter =	364
Calorimotor	322. 409
Capacität =	261
Capacität, elektr. =	382
= f. d. Wärme =	318
Capillarität =	185
Centralbewegung =	145
Centrifugalkraft =	150
Centripetalkraft =	145
Charliere =	248
Chemie =	13
Cohärenz	21. 75
Cohäsion	ebend.
Communicationsrohr =	278
Communicir. Röhren =	170
Compressibilität =	25
Condensator =	390
Corpuscularsystem =	59
Coulombs Wage =	376
Dampfbildung =	253
Dampfmaschine =	260
Dämpfe =	270
Deflagrator =	409
Dendriten =	186

	§.
Destillation =	270
Dichtheit, Dichtigkeit =	47
= des Wassers =	189
Differenzial-Thermometer =	37
Digestor =	258
Doppelkegel =	94
Druck =	44
= der Flüssigkeit =	168
Druckhöhe =	194
Druckpumpe =	241
Dunstkreis =	233
Dunstkugel =	233
Dünste	254. 270
Durchdringlichkeit =	19
Dynamik	73. 116
Dynamisch	12. 59
Ebene, schiefe	108. 131
Echo =	283
Efflorescenz =	87
Effervescenz	52. 115
Eigengewicht =	46
Eigenschaften =	17
Eigenschwere =	46
Einsaugen der Luft =	246
Einweichen =	114
Eisschmelzpunkt =	29
Elasticität	95. 227
Elektrisch-chemische Theorie =	430
Elektrische Fische =	427
= Flasche =	391
= Kette =	404
= Leiter =	380
= Mittheilung =	379
= Säule =	410
= Schlag =	392

§.

Elektrische Schlagweite 378
= Strom 395. 415
= Vertheilung 383
Elektrisirmaschine = 370
Elektrismus = 369
Elektrometer, Bohnenbergers = 416
Elektromet., magnet. = 496
Elektromotoren = 405
Elektronegative = 432
Elektrophor = 389
Elektropositive = 432
Elektroskop = 375
Element 56. 57
Endgeschwindigkeit = 124
Endbindungsflaschen = 238
Erfahrung = 4
Erfahrungswelt = 2
Ergänzungstheile = 82
Erkaltung = 346
Erscheinungswelt = 2
Erstarren = 53
Excursion der Schallenden = 276
Expansibilität = 26
Experimental = 15
Extractpressen = 244

Fall = 128
Fallmaschine = 130
Fallraum = 42
Festigkeit, absolute = 76
= respective = 77
= rückwirkende 78
Feuer 56. 362. 353
Feuerzeug, Wollastons 436
Figur = 18
= lichtenbergische = 373

§.

fix = 52
Flächenanziehung = 80
Flasche, leidner-kleistische 391
Fliehkraft = 150
flüchtig = 52
Form = 49
Formänderung = 54
Frierpunkt = 29
Fundamentalabstand = 29

Gas = 214
Gebläse = 243
gebunden = 58
Gefüge = 82
Gegenwirkung = 23
Geräthschaft, pneumatische = 238
Geschwindigkeit = 121
Gestalt, symmetrische = 81
Gewicht, absolutes = 45
= specifisches 46. 178
Gewichtsverlust = 175
Gleichgewicht, chemisches 110
= der luftigen = 213
= der Maschinen = 98
= stabiles = 93
= der Tropfbaren 165
Glimmen = 357
Glühen = 357
Glühlampe = 356
Gravitation = 42
Grundkraft = 9
Grundton = 287

Haarröhren = 187
Halbkugeln, magdeburg. 237
Hähne = 191

	§.
Harmonie	286
Hebel	99
Heber	240
Heronsball	241
Heronsbrunnen	241
Hinderniß	161
Hörrohr	279
Horizontal	42
Hygrometer	268
Hygroskop	268
incoercibel	56
Indifferenz	112
inponderabel	56
Interferenz	206
Intervall	287
isochronisch	136
Isomorphism.	83
Kehldeckel	300
Keil	109
Kern der Krystalle	82
Klang	285
Knotenlinien	293
Kochen	258
Kochpunct	29
Kolben	223
Körper	7
Kraft	9. 60
„ absolute	131
„ bewegende	122
„ drückende	131
„ momentane	122
„ respective	131
„ stetige	122
Krystall	18. 81
Krystalleis	86

	§.
Krystallisation	53
Krystallwasser	86
Leere, Guerikſche	224
„ Torricellis	215
Lösung	111
Lothrecht	43
Luft	213
Luftball	248
Lufterzeugung	55. 272
Luftpumpe	223
Luftröhre	300
Luftthermometer	30
Luftwiderstand	251
Magnetismus	434
„ elektrischer	466
„ durch Licht	477
„ der Erde	457
Magnetnadel	445
Magnetometer	454
Manometer	247
Mariottes Gesetz	230
Maschine	98
„ Segner's	174
Masse	20
Massentheile	20
Materie	7
Mechanik	73
Mechanisch	12
Mechanisches System	59
Medium	210
Melodie	286
Meridian d. Magnets	437
Metallthermometer	34
Mischung	57
Mischungsgewicht	113

	§.		§.
Mischungstheile =	57	Pfeiffen =	295
Mittel =	210	Phänomen =	2
Mittheilung =	152	Physik =	13
Molekulen =	59	Physiographie =	8
= integrirende =	82	pneumatisches Geräthe =	238
Moment, chemisches =	110	Polarität =	62
= der Kraft =	72	Pole des Magnets =	435
Momentan =	64	Porosität =	19
Monochord =	288	practisch =	15
Montgolfiere =	248	Presse, Real's =	172
Multiplicator, elektrischer =	390	Proceß =	58
Multiplic., magnetischer	468	Product =	57
Mutterlauge =	86	Psychologie =	6
		Purzelmann =	94
		Pyrometer =	35
Nachhall =	283	Pyroelektricität =	399
Natur =	1	Pyrophor =	352
Naturbeschreibung =	8		
= erscheinung =	8	Raum =	18
= gesetz =	10	gleichzeitiger =	133
= kunde =	6	schädlicher =	223
= lehre =	8	Räumlichkeit =	18
= wesen =	2	Reaction =	23
Neigung =	437	relativer Ort =	18
Neutralität =	112	Reibung =	161
Niederschlag 53.	115	Repulsivkraft =	28
		Resonanz =	311
Octave =	287	Resultirende =	65
Ohr =	312	Richtung 65.	119
Operation, chemische =	58	Richtungslinie für die Schwere =	92
= mechanische	39	Rolle =	106
Organismus =	14		
Papins Topf =	258	Saugpumpe =	239
Parallelogramm der Kräfte =	67	Sättigung =	112
		Sättigungsvermögen =	113
Pendel =	134	Schallstrahl =	279
perpendikular =	43	Schall =	273

	§.
Schallwelle =	277
Scheidung =	57
schmelzbar =	52
Schnellkraft =	27
Schnellwage =	105
Schraube =	109
Schröpfkopf =	237
Schwere =	42
Schwerkraft	42. 89
Schwerpunkt =	89
Schwimmen =	177
Schwingung	136. 293
Schwingungsknoten	160. 209 293
= punkt =	139
Schwungkraft =	150
Seelenlehre =	6
Seitendruck =	174
Senkwagen =	183
Sicherheitslampe =	366
Sieden	52. 258
Siedepunkt =	259
Sinn, äußrer, innrer =	6
Sinnenwelt =	2
Spannung =	227
Sprachrohr =	278
Sprunghöhe =	199
Spundloch =	237
Stabilität =	93
Standfähigkeit =	93
Statik =	74
Stechheber =	239
stetig =	64
Stiefel =	223
stöchiometrischer Werth	113
Stoff, unzerlegter =	57
Stoß =	152
Stoßheber =	198

	§.
Strudel =	192
Sublimation =	270
Tangentialkraft =	145
Temperatur	29. 313
= gleichschwebende	292
Tension =	227
Theile =	19
aliquote =	293
gleichartige =	20
Theilbarkeit =	38
Theilung =	38
Theorie der Kräfte =	59
theoretisch =	15
Thermometer =	30
Ton =	285
Tonleiter =	287
Tonverhältniß =	287
Torricelli =	215
Trägheit =	22
Tribometer =	161
Trichter, magischer =	237
tropfbar =	165
Uebersättigung =	112
Umfang =	18
Undurchdringlichkeit =	24
unkörperlich =	56
unsperrbar =	56
unwägbar =	56
Uranfänge =	57
Ventil =	191
Verdampfung =	253
Verdampfungskälte =	257
Verdünnung =	225
Verknisterungs = Wasser	86
vertikal =	43

	§.
Verschiebbarkeit :	27
Verschlucken :	53
Versuch :	5
Verwandschaft :	110
Verirbecher :	240
Vibration der Wärme	368
Volum :	18
Voltas Säule :	412
Wägung, doppelte :	104
Wärme	54. 313
: freie :	314
: latente :	314
: leitung :	330
: messer :	29
: quellen :	35
: specifische :	318
: strahlung :	337
: stoff	6. 313. 368
Wage :	104
wagerecht :	43
Wahlverwandschaft :	114
Wassergas	54. 255
Wasserpresse d. Bramah	172
: säulenmaschine :	172
: spiegel :	170
: strahl :	194
: widder :	198
Wellen in Pfeiffen :	295
Wellenbewegung	160. 201
Werkzeug :	5
Wetterglas :	217
Widerstand des Wassers	210
Wiederhall :	283
Windbüchse :	241
Winkelgeschwindigkeit :	118
Wurfbewegung :	142
Zeit :	120
Zerlegung :	57
: der Kräfte :	65
Zungenpfeife :	298
Zusammendrückbarkeit :	25
Zusammenhalt :	74
Zwischenraum :	19

In der Verlagshandlung des vorstehenden Werks sind so eben erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen, als:

Ammon, Dr. F. A. v., die ersten Mutterpflichten und die erste Kindespflege zur Belehrung junger Frauen und Mütter dargestellt. 8. 1827. 1 Thlr.

— — Brunnendiätetik, oder Anweisung zum zweckmäßigen Gebrauche der Mineralwasser. Nebst einem Anhange über den zweckmäßigen Gebrauch der Mineralbäder. 2te verb. Aufl. 8. 1828. 20 gr.

Carus, Dr. Carl Gustav, Grundzüge der vergleichenden Anatomie und Physiologie. 3 Bändchen. Mit Kupfern. 8. 1828. 1 Thlr. 3 gr.

Choulant, Dr. Ludwig, Anthropologie oder Lehre von der Natur des Menschen für Nichtärzte faßlich dargestellt. 2 Bdch. 8. 1828. 18 gr.

Dupuytren's, G., allgemeine operative Chirurgie, herausgegeben von L. J. Sanson, Doktor der Chirurgie der medic. Facultät zu Paris, Hülfswundarzte des dritten Dispensaire, und L. J. Bégin, Oberwundarzte an dem Lehr-Militairhospitale zu Metz. Aus dem Französischen übersetzt, mit Anmerkungen und Zusätzen begleitet von Dr. Karl Christian Hille.

Auch unter dem Titel:

Sabatier's, R. B., operative Chirurgie. Neue Ausgabe, unter Dupuytren's Leitung herausgegeben von L. J. Sanson und L. J. Bégin. Aus dem Französischen übersetzt, mit Anmerkungen und Zusätzen begleitet von Dr. K. Ch. Hille. 1r Theil. gr. 8. 1826. 2 Thlr. 8 gr.

Ficinus, Dr. Heinrich, Optik, oder Versuch eines folgerechten Umrisses der gesammten Lehre vom Licht, wie sie dem gegenwärtigen Stande unsrer physiologischen und physikalischen Kenntnisse angemessen ist. Mit Kupfern. 8. 1828. 12 gr.

— — Physik, allgemein faßlich dargestellt. 1s und 2s Bändchen. Mit Kupfern. 8. 1828. 18 gr.

— — Chemie. 8.

Himmer, E. W., über die Verschleimung, als Ursache vieler Krankheiten, durch Krankheitsgeschichten erläutert. Nebst einer Abhandlung über die eigentliche Bedeutung, den Umfang und die Bedingungen der sogenannten gastrischen Methode, von F. L. Kreisig. 8. 1828. 1 Thlr.

Klose, Dr. Friedr. Aug., Sammlung physiologischer, pathologischer und therapeutischer Abhandlungen über die Sinne. 1s Heft. 8. 1821. 16 gr.

Reichenbach, H. G. L., Taschenbuch für Gartenfreunde. Eine Erläuterung von 1960 Zierpflanzen, nach natürlichen Familien geordnet und mit Nachweisungen zu ihrer Cultur begleitet. 8. 1827. 2 Thlr.

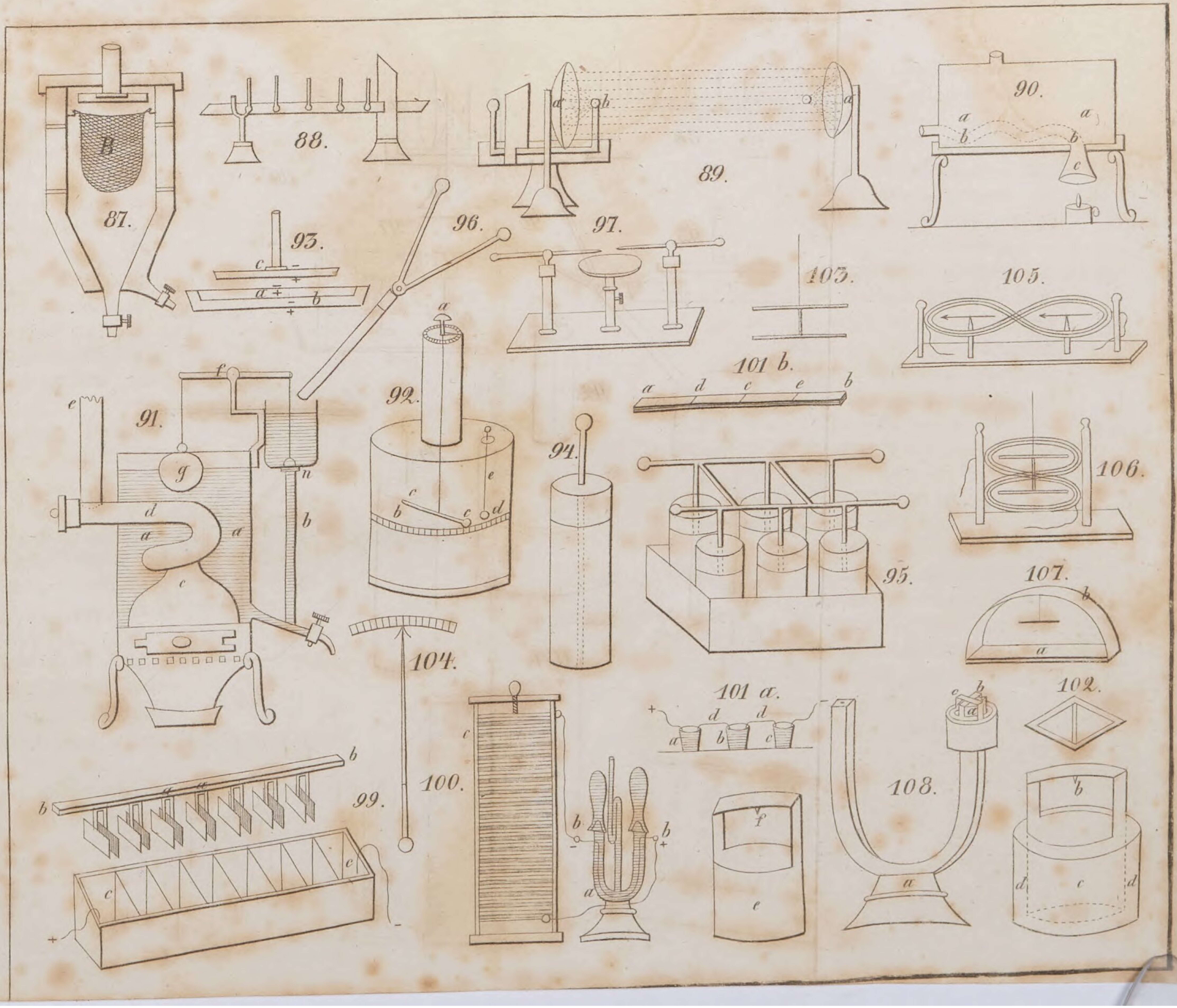
— — Zoologie. 1s und 2s Bändchen. 8. 1828. 18 gr.

— — Botanik. 8.

Tauscher, A. M., Parallelismus und Antagonismus der zerstörenden und schaffenden Naturkräfte in Absicht auf Entstehn und Vergehn des Erdkörpers. 10 gr.

Ueber die Erhaltung der Lebenskräfte in Hinsicht des Zeugungstriebes. Ein Verwahrungsmittel für Ehelicha und Ehelose. 8. broch. 4 gr.

Staatliche Bibliothek Bamberg


87.
88.
89.
90.
91.
92.
93.
94.
95.
96.
97.
99.
100.
101 a.
101 b.
102.
103.
104.
105.
106.
107.
108.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ficinus, Heinrich David August,

Physik, allgemein faßlich dargestellt

Bd.: 2

1841

Bamberg, Staatsbibliothek -- AGB Q 29#2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11421492-2